



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta textilní



# SNÍŽENÍ POČTU NESHOD V PROCESU ŠITÍ POTAHŮ PRO AUTOSEDAČKY

## Diplomová práce

*Studijní program:* N3957 – Průmyslové inženýrství

*Studijní obor:* 3911T023 – Řízení jakosti

*Autor práce:* **Hana Šťastná**

*Vedoucí práce:* doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.





# LOWERING DEFECTS IN THE PROCESS OF SEWING COVERS FOR CAR SEATS

## Diploma thesis

*Study programme:* N3957 – Industrial Engineering

*Study branch:* 3911T023 – Quality Control

*Author:* **Hana Šťastná**

*Supervisor:* doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.



Tento list nahradte  
originálem zadání.

## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych věnovala poděkování všem, kteří mi pomohli s vypracováním mé diplomové práce. Vedoucímu práce doc. Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D., který na mě dohlížel. Konzultantům Evě Kratochvílové a Lukáši Klinderovi za jejich čas, věcné připomínky, nápady a velkou pomoc. Ráda bych také poděkovala kvalitě manažerovi firmy Johnson Controls Automobilové Součástky k. s., v České Lípě, Tomáši Šimůnkovi, že mi ve společnosti umožnil diplomovou práci psát. V neposlední řadě mé poděkování patří Technické univerzitě Liberec za uplynulé roky studia.

## **ANOTACE**

Diplomová práce je zaměřena na snížení počtu neshod v procesu šití pro autosedačky na dílně Škoda Octavia, a to ve společnosti Johnson Controls Automobilové Součástky k.s., v České Lípě. V teoretické části práce jsou čtenáři seznámeni s analýzou systému měření, s možnými chybami v měření, metodou Six Sigma a jejími nástroji. Tuto metodu společnost Johnson Controls hojně využívá k řešení problémů. V praktické části práce je provedena analýza typů neshod v procesu šití a jsou v ní určeny příčiny jejich vzniku. Následuje ověření vhodnosti používaného měřicího systému a dle výsledků navržena nápravná opatření a vhodné metody pro zabezpečení jakosti. Závěrem praktické části je ověření navržených nápravných opatření.

### **Klíčová slova**

Analýza typů neshod, DMAIC, MSA, nápravná opatření, proces šití, Six Sigma, zabezpečení jakosti, způsobilost procesu.

## **ANNOTATION**

The Diploma thesis is focused on lowering defects in the process of sewing covers for car seat on Skoda Octavia in Johnson Controls company in Ceska Lipa. In the theoretical part, readers could read about the analysis measurement system (MSA) with possible defects in measurement system and with tools. This method is used to solve problems by Johnson Controls. In theoretical part is an analysis of the type of defects in the process of sewing and determined the causes. Following verification of the suitability of the measuring system and according to the results of a corrective plan and appropriate methods for quality assurance. Finally, theoretical part verification of the proposed remedial measures.

### **Key Words**

Analysis of the types of defects, DMAIC, MSA, remedial measures, sewing process, Six Sigma, quality assurance, process capability.

# OBSAH

<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>9</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>11</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>12</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>14</b>
<b>1. ANALÝZA SYSTÉMŮ MĚŘENÍ (MSA) .....</b>	<b>15</b>
1.1 VARIABILITA SYSTÉMU MĚŘENÍ .....	15
1.2 STATISTICKÉ VLASTNOSTI SYSTÉMU MĚŘENÍ.....	16
1.2.1 Strannost.....	17
1.2.2 Shodnost .....	17
1.2.3 Opakovatelnost.....	18
1.2.4 Reprodukovatelnost .....	18
1.2.5 Stabilita .....	19
1.2.6 Linearita .....	19
1.3 HODNOCENÍ ZPŮSOBILOSTI PROCESU .....	20
1.3.1 Indexy způsobilosti procesu.....	21
<b>2. CHYBY V MĚŘENÍ.....</b>	<b>23</b>
2.1 CHYBY V MĚŘENÍ ZPŮSOBENÉ MĚŘICÍMI PŘÍSTROJI.....	23
2.2 CHYBY V MĚŘENÍ ZPŮSOBENÉ LIDSKÝM FAKTOREM .....	24
<b>3. METODA SIX SIGMA .....</b>	<b>27</b>
3.1 CHARAKTERISTIKA METODY SIX SIGMA, DEFINICE .....	27
3.2 NÁSTROJE METODY SIX SIGMY .....	29
3.3 PRINCIPY METODY SIX SIGMA.....	30
3.4 MODEL DMAIC.....	31
3.4.1 Define (Definování) .....	31
3.4.2 Measure (Měření) .....	32
3.4.3 Analyze (Analýza).....	32
3.4.4 Improve (Zlepšování).....	32
3.4.5 Control (Řízení).....	32
3.5 SIX SIGMA BELT SYSTÉM .....	33
<b>4. SEDM ZÁKLADNÍCH NÁSTROJŮ PRO ŘÍZENÍ JAKOSTI .....</b>	<b>35</b>

4.1	KONTROLNÍ TABULKY A ZÁZNAMNÍKY .....	35
4.2	HISTOGRAM .....	36
4.3	VÝVOJOVÉ DIAGRAMY.....	37
4.4	PARETŮV DIAGRAM.....	38
4.5	IŠIKAWŮV DIAGRAM .....	39
4.6	BODOVÝ DIAGRAM.....	41
4.7	REGULAČNÍ DIAGRAMY .....	42
<b>5.</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>44</b>
5.1	HISTORIE FIRMY JOHNSON CONTROLS AUTOMOBILOVÉ SOUČÁSTKY, K. S. ....	44
5.2	ANALÝZA ŠICÍHO PROCESU .....	45
5.3	APLIKACE METODY SIX SIGMA VE SPOLEČNOSTI.....	51
5.3.1	<i>Definování</i> .....	51
5.3.2	<i>Měření</i> .....	55
5.3.3	<i>Analýza</i> .....	73
5.3.4	<i>Výsledky analýzy</i> .....	81
5.3.5	<i>Zlepšování</i> .....	83
5.3.6	<i>Řízení</i> .....	91
<b>6.</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>94</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>97</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>99</b>



## **Seznam použitých symbolů a zkratek**

<b>Označení</b>	<b>Název veličiny/popis</b>
A7	Označení dílny, kde se šijí potahy na Škoda Octavia
c	Počet neshod v podskupině
Cp	Index způsobilosti procesu, respektuje pouze kolísání procesu a technické specifikace
Cpk	Index způsobilosti procesu, respektující jak kolísání a technické specifikace, tak i polohu těžiště procesu
CL	Centrální linie
CTC	Poskytnutí produktu zákazníkovi v jeho nejnižších nákladech
CTD	Zvyšující se včasnost společně s kvalitou výrobku
CTQ	Vnitřní kritické parametry kvality
d2	Koeficient závislý na počtu měření ve skupině
D3	Koeficient závislý na počtu měření ve skupině
D4	Koeficient závislý na počtu měření ve skupině
DMAIC	zlepšovací model dle Six Sigma „Define – Measure – Analyze – Improve – Control“
EPPM	Počet reklamovaných potahů externě
FC	Přední sedák
FBL	Přední opěra levá
FBR	Přední opěra pravá
Gage R&R	Atributivní způsob měření dat porovnává každý díl se standardem a zjišťuje, zdali rozeznáme shodu.
MSA	Analýza systému měření (Measure analysis system)
n	Rozsah výběru
np	Počet neshodných jednotek v podskupině
NOK	Potah ušitý s odchylkou od požadovaného stavu
ODETE	Informační štítek
ODS	Pracovní postup
OK	Potah odšitý bez odchylky od požadovaného stavu
p	Podíl neshodných jednotek ve skupině

Pp	Index výkonnosti procesu, respektuje pouze kolísání procesu a technické specifikace
Ppk	Index výkonnosti procesu, respektující jak kolísání a technické specifikace, tak i polohu těžiště procesu
PPM	Objem neshod vyjádřený v [ppm] (Parts per milion)
PWP	Plastový komponent sloužící k přichycení potahu ke konstrukci sedačky
PJ	Plán jakosti
R	Variační rozpětí
R <sub>kl</sub>	Klouzavé rozpětí
RD	Regulační diagram
RBRHARM	Zadní opěra s armrestem
RBLH	Zadní opěra levá
RCLH	Zadní sedák levý
RCRH	Zadní sedák pravý
s; $\sigma$	Sigma – směrodatná odchylka
SPC	Statistické řízení procesů
u	Průměrný počet neshod na jednotku v podskupině
UCL / LCL	Horní a dolní regulační mez
USL / LSL	Horní a dolní toleranční mez stanovená technickou specifikací
VOC	Hlas zákazníka
WIRE	315 mm dlouhý drát vkládaný do dutiny našité na část potahu
X	Nezávislá proměnná
$\bar{x}$	Aritmetický průměr
x <sub>i</sub>	Jednotlivá měření
Y	Závislá proměnná
$\mu$	Střední hodnota
$\Delta$	Absolutní chyba v měření
$\xi$	Relativní chyba měření
$\tilde{x}$	Median
$\sigma_c$	Kolísání uvnitř podskupiny
$\sigma_p$	Celkové kolísání

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Zařazení sedmi základních nástrojů pro řízení jakosti do fází cyklu DMAIC dle [11] .....	35
Tabulka 2 Přehled typů neshod a jejich umístění v Layoutu .....	47
Tabulka 3: Klíčové vstupy a výstupy .....	55
Tabulka 4: Atributivní Gage R&R.....	57
Tabulka 5: Celkové atributivní Gage R&R .....	58
Tabulka 6: Kritéria atributivního Gage R&R .....	58
Tabulka 7: Přehled typů neshod a jejich počty za 12 měsíců .....	59
Tabulka 8: Přehled druhů neshod v období 12 měsíců .....	60
Tabulka 9: Přehled typů neshod dle směn .....	62
Tabulka 10: Počty neshod v období 24 týdnů.....	67
Tabulka 11: Charakteristiky polohy dat.....	70
Tabulka 12: Charakteristika variability dat .....	70
Tabulka 13: Problémy a opatření.....	78
Tabulka 14: Počty neshod v období 24 týdnů po zavedení nápravných opatření.....	86
Tabulka 15: Charakteristiky polohy dat po zavedení nápravných opatření.....	88
Tabulka 16: Charakteristiky variability dat po zavedení nápravných opatření .....	88
Tabulka 17: Porovnání analýz procesu před a po zavedení nápravných opatření .....	93

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1: Strannost a shodnost dle [3] .....	18
Obrázek 2: Reprodukovatelnost dle [3] .....	19
Obrázek 3: Stabilita dle [3] .....	19
Obrázek 4: Způsobnost procesu dle [15] .....	21
Obrázek 5: Přirozené kolísání střední hodnoty o $\pm 1,5 \sigma$ dle [8] .....	28
Obrázek 6: Úrovně Sigma dle [15] .....	29
Obrázek 7: Model DMAIC dle [15] .....	31
Obrázek 8: Ukázka histogramu se zakreslenými tolerančními mezemi sledovaného znaku dle [12] .....	37
Obrázek 9: Symboly používané při tvorbě vývojových diagramů a jejich význam dle [12] .....	38
Obrázek 10: Paretův princip dle [12] .....	39
Obrázek 11: Struktura Išikawova diagramu dle [12] .....	41
Obrázek 12: Dílčí Layout šicí buňky .....	46
Obrázek 13: Šicí buňka .....	49
Obrázek 14: Potah - přední opěra .....	49
Obrázek 15: Vývojový diagram .....	56
Obrázek 16: Paretův graf přehledu typů neshod v období 12 měsíců .....	60
Obrázek 17: Paretův graf přehledu druhů neshod v období 12 měsíců .....	61
Obrázek 18: Pareto graf přehledu druhů neshod na směně A .....	63
Obrázek 19: Pareto graf přehledu druhů neshod na směně B .....	64
Obrázek 20: Pareto graf přehledu druhů neshod na směně C .....	65
Obrázek 21: Koláčový graf procentuelního rozdělení výše neshod dle směn .....	66
Obrázek 22: Q-Q graf .....	68
Obrázek 23: Grafický souhrn počtu neshod v období 24 týdnů po zavedení nápravných opatření .....	69
Obrázek 24: Regulační diagramy X a MR .....	71
Obrázek 25: Analýza procesu .....	72
Obrázek 26: Brainstorming – Stroje .....	74
Obrázek 27: Brainstorming – Prostředí .....	74

Obrázek 28: Brainstorming – Lidé .....	75
Obrázek 29: Brainstorming – Materiál .....	76
Obrázek 30: Brainstorming - Metody .....	76
Obrázek 31: Brainstorming – Ostatní .....	77
Obrázek 32: Ishikawův diagram .....	79
Obrázek 33: 5x Proč - nedodržování plánu jakosti (PJ), pracovního postupu (ODS), Layoutu .....	80
Obrázek 34: 5x Proč – nedostatek 100% švadlen, vysoký počet neshod u tréninkových švadlen .....	80
Obrázek 35: Katalog nápravných opatření .....	83
Obrázek 36: Závěrečný test při odchodu do výroby .....	85
Obrázek 37: Q-Q test .....	87
Obrázek 38: Grafický souhrn počtu neshod v období 24 týdnů po zavedení nápravných opatření .....	88
Obrázek 39: Regulační diagramy X a MR.....	89
Obrázek 40: Analýza procesu po zavedení nápravných opatření .....	90
Obrázek 41: Porovnání analýz procesu před a po zavedení nápravných opatření.....	92

## Úvod

Cílem diplomové práce je snížení počtu neshod v procesu šití pro autosedačky na dílně Škoda Octavia ve společnosti Johnson Controls Automobilové Součástky k. s., v České Lípě. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí, teoretické a praktické. Teoretická část práce se zabývá analýzou systému měření, včetně statistických vlastností systému měření, dále pak metodou Six Sigma, jež společnost zpravidla využívá k řešení vzniklých problémů. V této části jsou také rozebrány nástroje používané k řízení jakosti. V praktické části práce je aplikována metoda Six Sigma a fáze cyklu DMAIC. Je provedena analýza typu neshod v procesu šití a určeny příčiny jejich vzniku, včetně kalkulace nákladů vzniklých při vysokém počtu neshod. Práce má ověřit vhodnost používaného měřicího systému a dle dosažených výsledků navrhnout nápravná opatření a vhodné metody pro zabezpečení jakosti. Závěrem praktické části je ověření navržených nápravných opatření.

## 1. Analýza systémů měření (MSA)

Analýza systému měření je analytickou studií vycházející z naměřených dat. Díky této studii můžeme stanovit vhodnost námi vybrané měřicí metody, a zda jsme schopni pomocí ní správně odlišit špatný díl od dobrého. Samozřejmě je velmi důležitá kvalita dat. Pokud není kvalita dat vysoká, pak i přínos analýzy vysoký není. [1]

Analýza pohlíží na měření jako na celek, zahrnuje vliv měřidla, operátora i prostředí. Poskytuje nám informace o tom, jaká je variabilita měření, také informace související s měřicím systémem a jeho prostředím. Díky tomu můžeme například stanovit opakovatelnost a strannost a určit jejich odpovídající meze. [1]

Z analýzy získáme

- kritéria pro schválení nového měřicího zařízení
- možnost porovnání měřicích zařízení mezi sebou
- základy pro vyhodnocení měřidla, u kterého se domníváme, že je vadné
- porovnání měřicího zařízení před opravou a po ní
- informace pro výpočet variability procesu a úroveň přijatelnosti procesu výrobního
- dostatek informací, abychom mohli určit operativní charakteristiku měřidla. [1]

### 1.1 Variabilita systému měření

„Souhrnný důsledek všech zdrojů variability nazýváme chybou systému měření, nebo zkráceně „chybou“. [2]

Existují důvody, proč chceme znát variabilitu měření. Ten nejpodstatnější je, že potřebujeme stanovit, zda je výrobek v toleranci a zda odpovídá požadavkům zákazníka, k tomu pak využíváme např. interval spolehlivosti, toleranční meze – indexy způsobilosti procesu. Druhým důvodem proč je třeba znát variabilitu měření je, že pro nás slouží jako zpětná vazba k řízení výrobního procesu, či řízení produktu. [3]

Pokud jde o řízení produktu, může mít variabilita systému měření dopad na záměnu špatného dílu za dobrý a naopak, přesněji, že dobrý díl bude označen jako špatný, což je chyba I. typu a jde o riziko výrobce. Považujeme jej za zbytečný signál. Druhá varianta je pak označení špatného dílu za dobrý a to je chyba II. typu, což je riziko odběratele. Považujeme jej za chybějící signál. [2]

Při řízení výrobního procesu bude mít variabilita systému měření obdobné důsledky. Může dojít k záměně zvláštní (vymezitelné) a náhodné (přírozené) příčiny, tedy že náhodné příčiny mohou být označeny za zvláštní a zvláštní příčiny za náhodné. [2]

Náhodné příčiny variability chápeme jako širokou škálu neidentifikovatelných příčin, z nichž se každá podílí na celkové variabilitě zanedbatelnou složkou. Součet těchto náhodných příčin je měřitelný a vnímáme ho jako přirozenou součást procesů. Vliv náhodných příčin je trvalý a do jisté míry předvídatelný a jejich vlivem se poloha ani variabilita sledovaných znaků jakosti nemění. Jak tedy můžeme omezit či ovlivnit celkové působení náhodných příčin? Toto lze jen nežádoucími radikálními zásahy do výrobního procesu, jako je například změna technologie, změna výrobního zařízení, aj. [4]

Za zvláštní příčiny považujeme ty, které vyvolávají variabilitu procesu, jenž vede k nežádoucí reálné změně výrobního procesu. Působení těchto příčin není žádoucí a je náhodné a nepředvídatelné. [4]

## **1.2 Statistické vlastnosti systému měření**

Kvalitu systému měření určuje kvalita naměřených dat. Neexistuje systém měření, který by produkoval data s vlastnostmi jako je například nulový rozptyl, nulová strannost, popřípadě nulové nesprávné ohodnocení měřeného znaku. Tyto vlastnosti je vždy zapotřebí sledovat v čase, určit jejich přijatelnou mez a získat přehled o stabilitě procesu. [1]



Pro každé měřicí zařízení a měření je potřeba najít v hodné statistické vlastnosti. Existuje několik základních statistických vlastností

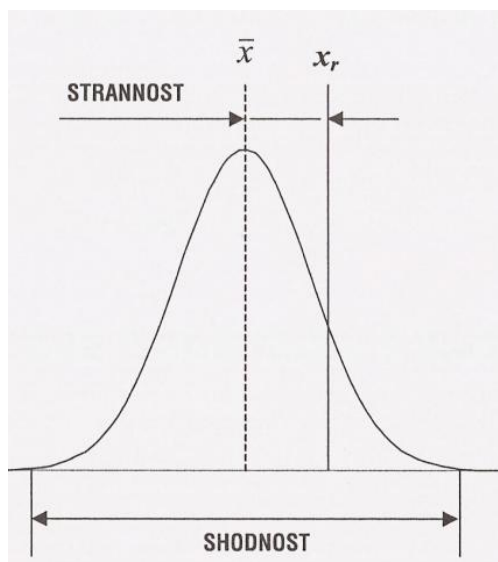
- strannost
- shodnost
- opakovatelnost
- reprodukovatelnost
- stabilita
- linearita. [1]

### **1.2.1 Strannost**

Rozdíl mezi průměrem měření, který pozorujeme a referenční hodnotou. Ukazuje nám celkovou systematickou chybu v měření. Referenční hodnota zde slouží jako smluvní reference pro měřené veličiny. Je to systematická chyba měření. Tuto chybu lze eliminovat kalibrací. Někdy však může být chybou operátor, pokud například chybně přečte měřidla, či špatně zaokrouhlý nebo nesprávně seřídí přístroj. [3]

### **1.2.2 Shodnost**

Vnímáme ji jako variabilitu výsledků opakovaného měření stejného znaku jakosti. Neshodnost výsledků měření, která se vyjadřuje pomocí  $\sigma$ , charakterizuje působení náhodných chyb měření. [3]



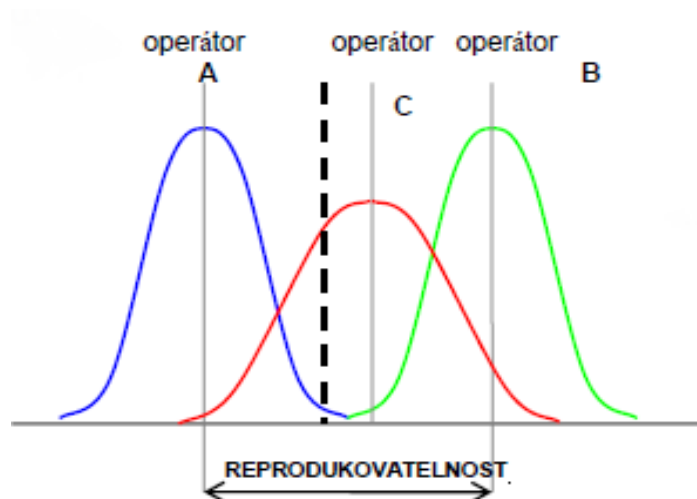
**Obrázek 1: Strannost a shodnost dle [3]**

### 1.2.3 Opakovatelnost

Je to variabilita měření dané charakteristiky. Je prováděno za podmínek, že je stejný operátor, stejná metoda, stejný měřicí prostředek, stejné místo měření, co nejkratší časové rozmezí. Tato variabilita je běžně označována jako variabilita zařízení. [1,3]

### 1.2.4 Reprodukovatelnost

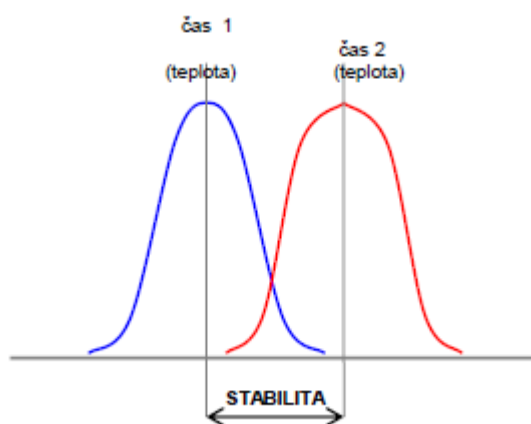
Je to variabilita průměru měření jednotlivých operátorů stejného znaku jakosti provedených za různých podmínek. Různá měřidla, různí operátoři, různá měřicí stanoviště, avšak operátoři měří na jednom měřicím přístroji stejnou charakteristiku na shodném dílu. [1,3]



Obrázek 2: Reprodukovatelnost dle [3]

### 1.2.5 Stabilita

Je to celková variabilita výsledků měření, získaných systémem měření pro stejné hlavní díly, pokud se provádí měření jednoho znaku v dodatečně dlouhém časovém intervalu. Znamená to, že stabilita je změnou strannosti v čase. [5]



Obrázek 3: Stabilita dle [3]

### 1.2.6 Linearita

Představuje rozdíl mezi hodnotami strannosti v předpokládaném pracovním rozsahu zařízení. [3]

V případě, že je měřidlo nelineární, může být jako zdroj nelinearity několik příčin:

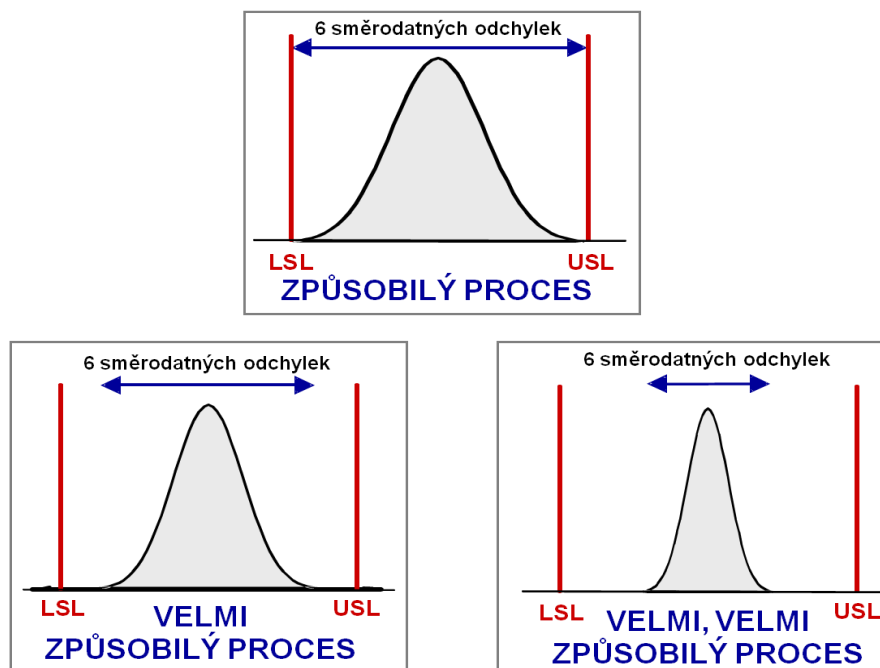
- měřidlo není kalibrováno pro celý rozsah
- chyba ve vzorkových kusech
- opotřebování měřidla
- konstrukční znaky měřidla. [3]

### 1.3 Hodnocení způsobilosti procesu

Způsobilost procesu je schopnost procesu trvale poskytovat produkty, jenž splňují požadovaná kritéria jakosti. Znalost samotné způsobilosti procesu je pro výrobce velmi důležitým faktorem pro budoucí plánování a zlepšování jakosti výrobků. Znalost o způsobilosti procesu poskytuje zákazníkovi plnohodnotný podklad o tom, že výrobek vzniká za stabilních podmínek, které zabezpečují pravidelné dodržování stanovených kritérií jakosti. [4]

Přístup k hodnocení způsobilosti procesu závisí na typu použitých dat. Data můžeme rozdělit do dvou skupin. Na atributivní data, což jsou data určující, zda se jedná o dobrý či špatný kus, jsou to data, která získáváme porovnáním. Druhá skupina dat jsou variabilní data, jež získáváme měřením. [1]

Následující obrázek vyobrazuje způsobilost procesu ve třech možných formách.



Obrázek 4: Způsobilost procesu dle [15]

### 1.3.1 Indexy způsobilosti procesu

K hodnocení způsobilosti procesu používáme indexy způsobilosti. Indexy způsobilosti mají za úkol porovnat stanovenou maximálně přípustnou variabilitu hodnot, která je dána tolerančními mezemi se skutečnou variabilitou sledovaného znaku jakosti dosahovanou u statisticky zvládnutého procesu. [4]

Než se pomocí indexů způsobilosti vyhodnotí, zda je proces způsobilý či ne, musí být splněny dvě následující podmínky:

- proces musí být statisticky zvládnutý
- rozdělení sledovaného znaku jakosti musí odpovídat normálnímu rozdělení. [4]

Nejčastěji jsou využívány indexy způsobilosti  $C_p$  a  $C_{pk}$ . Tyto indexy posuzují potenciální a skutečnou schopnost procesu trvale poskytovat výrobky spadající do tolerančních mezí. O způsobilém procesu hovoříme tehdy, pokud hodnota indexů způsobilosti dosahuje minimálně hodnoty 1,33 ( $C_p \geq 1,33$ ,  $C_{pk} \geq 1,33$ ). Indexy  $C_p$  a  $C_{pk}$  se používají, pokud je proces statisticky zvládnutelný, pokud statisticky zvládnutelný

není, používají se Indexy  $P_p$  a  $P_{pk}$ , které se liší akorát způsobem výpočtu směrodatné odchylky. Jestliže proces leží mimo regulační meze, může být index  $P_{pk}$  i záporný a to značí, že proces produkuje velké množství deficitů. [4]

#### ▪ Index způsobilosti $C_p$

Ukazuje potencionální způsobilost procesu. Hodnota indexu  $C_p$  je poměrem maximálně přípustné variability a skutečně dosahované variability sledovaného znaku jakosti a to bez ohledu na jejich umístění v tolerančním poli. Vzorec pro výpočet je  $C_p = (USL - LSL)/6\sigma_c$ . [4]

#### ▪ Index způsobilosti $C_{pk}$

Ukazuje skutečnou způsobilost procesu. Index způsobilosti  $C_{pk}$  zohledňuje nejen variabilitu sledovaného znaku jakosti, ale také jeho polohu vůči toler

ančním mezím. Hodnota indexu je určena poměrem vzdálenosti střední hodnoty sledovaného znaku jakosti od polohy bližší toleranční meze k polovině skutečné variability hodnot. Index je vyjádřen vzorcem  $C_{pk} = \min (USL - \bar{x}/3\sigma_c; \bar{x} - LSL/3\sigma_c)$ . [4]

#### ▪ Index způsobilosti $P_p$

Je ukazatelem výkonnosti procesu a porovnává výkon procesu s maximálním dovoleným kolísáním, které je dáno tolerančními mezemi. Tento ukazatel vyjadřuje, jak dobře proces splňuje požadavek na kolísání procesu. Vzorec pro výpočet je  $P_p = (USL - LSL)/6\sigma_p$ . [4]

#### ▪ Index způsobilosti $P_{pk}$

Je rovněž ukazatelem výkonnosti procesu a přihlíží k poloze procesu. V případě předpisu oboustranných mezních hodnot je  $P_{pk}$  nejvýše rovno  $P_p$ , tedy platí, že  $P_{pk} \leq P_p$ . Index je vyjádřen vzorcem  $C_{pk} = \min (USL - \bar{x}/3\sigma_p; \bar{x} - LSL/3\sigma_p)$ . [4]

## 2. Chyby v měření

Při každém měření vznikají určité odchylky, které se liší od skutečné hodnoty. I přesto, že provádíme opakované měření za stejných podmínek, hodnoty se velmi často liší. Odchylku od správné naměřené hodnoty nazýváme chybou. Chyby v měření si můžeme rozdělit na dvě základní skupiny a to na chyby v měření způsobené měřicími přístroji a chyby v měření způsobené lidským faktorem. [3,6]

### 2.1 Chyby v měření způsobené měřicími přístroji

Během měření na měřicích přístrojích se uplatňují vlivy, které se projeví odchylkou mezi skutečnou a naměřenou hodnotou reálně měřené veličiny. Do jaké míry je rozdílnost správné a naměřené hodnoty je závislé hlavně na přesnosti měřicího přístroje a také na přesnosti měřicí metody. [3,6]

#### ▪ Absolutní chyba měření $\Delta$

Absolutní chyba v měření je rozdíl mezi naměřenou hodnotou  $X_n$  a pravou hodnotou  $X_p$ ;  $\Delta = X_n - X_p$ . Rozměr dané veličiny, tedy pravou hodnotu nelze přesně určit, můžeme ji pouze odhadnout. [3,6]

#### ▪ Relativní chyba měření $\xi$

Relativní chybou je podíl absolutní chyby a pravé hodnoty, pro výsledek v procentech vynásobíme stem, tedy  $\xi = \Delta / X_p \cdot 100$ . [6]

#### ▪ Systematická chyba

Systematické chyby zkreslují výsledek měření daným způsobem s určitou pravidelností. Výskyt systematických chyb je pravidelný a je dán např. povahou metody, či vlastnostmi přístrojů, nebo systematickým vlivem vnějších podmínek. Tyto chyby lze odstranit pomocí dokonalejšího přístroje, změny měřicí jednotky, korekce měření, aj. [3,6]

- **Náhodná chyba (nahodilá, statistická)**

Náhodné chyby tvoří hlavní oblast pro statistické zpracování dat. Jsou nepravidelné a s přesností nemůžeme určit příčinu jejich vzniku (např. neměřitelné změny uvnitř přístrojů, kolísání teploty či tlaku, jemné otřesy systému apod.) Chyby, které jsou zaviněné pomocí jednotlivých vlivů, nazýváme elementární chyby a výsledná náhodná chyba, je pak dána součtem těchto elementárních chyb. [3,6]

- **Hrubá chyba**

Hrubé chyby nelze předpokládat a jsou zcela nevyzpytatelné. Pokud se v měření vyskytuje hrubá chyba, znehodnotí celé měření. Chybám lze předcházet nebo je omezit tím, že operátor důsledně dodrží měřicí postup a budou dodrženy kvalitní podmínky pro operátorovo měření. Příčin vzniku hrubých chyb je několik. Jsou to například nepřesnost či nedokonalost měřících přístrojů. Z hlediska lidského faktoru může být hrubou chybou nespolehlivost smyslů, nebo vliv okolí na měření aj. [3,6]

## **2.2 Chyby v měření způsobené lidským faktorem**

Většině chyb lze předejít a téměř všechny chyby jsou způsobeny lidským faktorem, tedy pracovníky firmy (operátoři). Je nutno identifikovat kde, kdy a zejména proč chyba vzniká a následně se jí pokusit snížit, nebo úplně eliminovat. Mezi ty nejčastější chyby způsobené pracovníky patří následující. [7]

- **Zapomnětlivost**

V sériové výrobě při produkci až několika tisíc výrobků během jedné směny, dochází často k nesoustředění v důsledku únavy operátoru. Stane se, že operátor například špatně sešije lem, či nesprávné díly k sobě. [7]



- **Chyby způsobené nedorozuměním**

Chyba způsobená rozhodnutím při neznalosti konkrétní situace. Například nový operátor je špatně seznámen s chováním a pravidli na pracovišti a z tohoto důvodu poruší pravidla. [7]

- **Chyby v identifikaci**

Špatně viditelné či nezřetelné údaje na displeji, nesprávně vyhodnocená situace. Zobrazené hodnoty operátor u linky vidí příliš krátce nebo z příliš velké vzdálenosti, takže nejsou k přečtení, nebo nepříliš zřetelně. Například, údaj na displeji 1 mbar je považován za 10 mbar a podobně. [7]

- **Chyby prováděné amatéry**

Chyby, které vznikají z důvodu nezkušenosti s danou technologií, s pracovištěm, s výrobkem. Například, nový pracovník operaci nezná nebo je s ní málo obeznámen. [7]

- **Úmyslné chyby**

Způsobené tím, že se pracovník z nějakých důvodů rozhodne ignorovat daná pravidla. Například operátor záměrně vynechá mezioperační kontrolu, a díl postoupí dalšímu pracovišti. [7]

- **Neúmyslné chyby**

Chyba způsobena pracovníkovou nepozorností z důvodu nesoustředěnosti na práci, proto následně provede chybnou operaci, ovšem ne záměrně. [7]

- **Chyby způsobené pomalostí**

Z důvodu nerozhodnosti (pomalého rozhodování, neznalosti) může dojít k zdravotní újmě, popř. finanční ztrátě. Například operátor v pásové výrobě, který je málo zručný zmatkuje, když se mu začnou kupit na jeho tankovišti výrobky a nestíhá, zmatkuje, výrobky nejsou vyráběny v nejvyšší jakosti, možné reklamace. [7]

- **Chyby způsobené neexistencí norem**

K některým chybám dochází, protože pracovníci nejsou dostatečně informováni, nemají k dispozici pracovní normy, dostávají nepřesné či zavádějící instrukce. Například vyhodnocení měření může být ponecháno na rozhodnutí jediného pracovníka, nebo nekvalifikovaného pracovníka. [7]

- **Chyby z překvapení**

Chyby někdy vznikají tím, že zařízení, nebo spolupracovníci pracují rozdílně, než se očekává. Například náhlé selhání stroje bez varování. [7]

- **Záměrné chyby**

Někteří zaměstnanci dělají své chyby naprosto záměrně. Příkladem jsou trestné činy a sabotáže. [7]

### 3. Metoda Six Sigma

Six Sigma je strategie provádějící takové organizační změny v podniku, aby maximálně uspokojila potřeby zákazníka a to při minimálních vlastních nákladech. Přičemž podnik očekává, že mu strategie zvýší prosperitu [8]

#### 3.1 Charakteristika metody Six Sigma, definice

„Metoda Six Sigma je flexibilní a úplný systém dosahování, udržování a maximalizace obchodního úspěchu. Je založena na porozumění a očekávání zákazníků, správném používání dat, faktů a na detailní statistické analýze a na základě pečlivého přístupu k řízení, zlepšování a vytváření nových výrobních, obchodních a obslužných procesů.“ [9]

Tento nový přístup vymyslela roku 1986 firma Motorola, který aplikovala na svůj systém řízení. Cílem Six Sigma je zlepšit kvalitu procesů. Ukazuje společností, jak dělat méně chyb ve všech činnostech a oblastech a k tomu je zapotřebí porozumět procesům, měření a zlepšování. [8]

Metoda je založena na nepřetržitém zlepšování procesů s cílem předcházení vzniku chyb, nejlépe aby vůbec nevznikaly. Snahou Six Sigma je zvýšit výkonnost a zlepšit ekonomiku výroby. Snížení počtu neshod samozřejmě uspokojuje zákazníky a to vede ke zvýšení zisků firmy a tím ke zlepšení jejího postavení na trhu. [8]

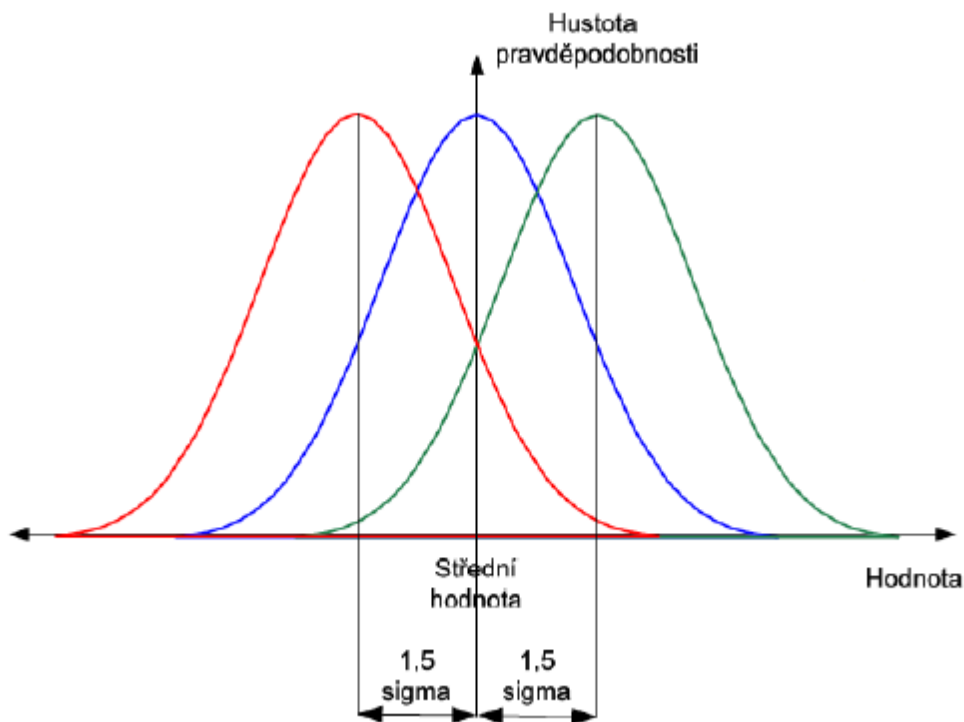
Termín Six Sigma zdůrazňuje objektivní statistický přístup pro analýzu neshodných jevů sledovaného problému. Snahou je dosáhnout rozpětí  $6\sigma$  mezi LSL a USL. Metoda předpokládá normální rozdělení. Měřítkem úspěšnosti je objem (počet) neshod vyjádřený v [ppm] (parts per million). [8.9]

Výpočet PPM:

$$PPM = \frac{\text{počet reklamovaných kusů}}{\text{počet vyrobených kusů}} * 1\,000\,000$$

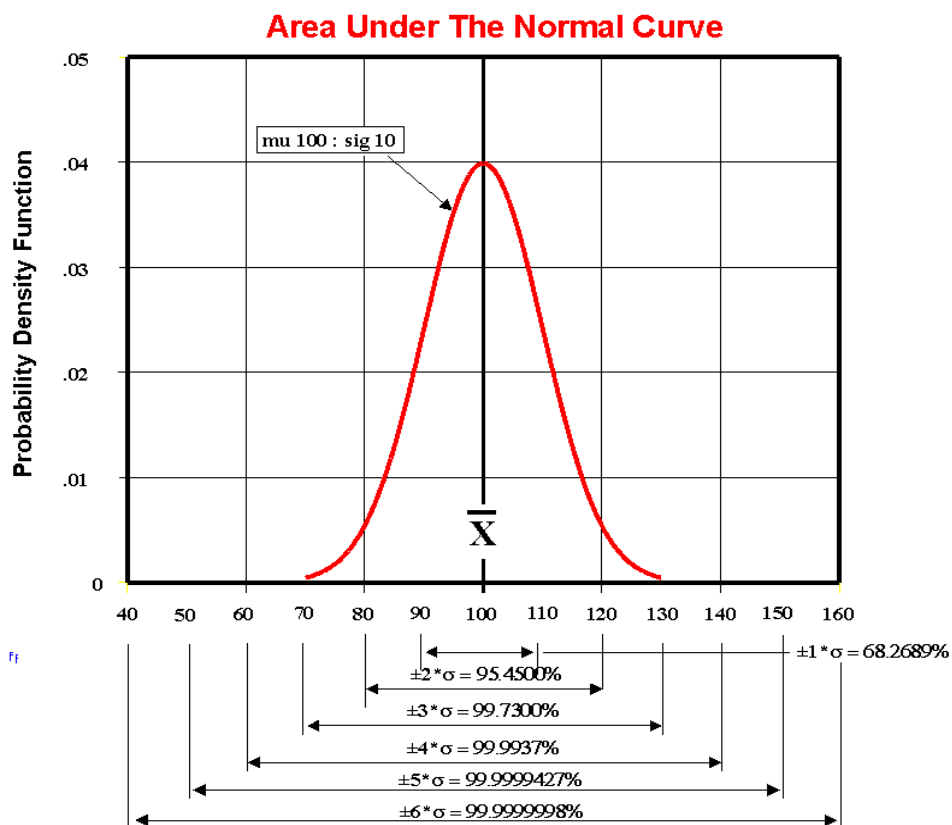
[8]

Metoda Six Sigma je odvozena od procesu, jenž vykáže méně jak 3,4 defektů na milion příležitostí i při přirozeném kolísání střední hodnoty „ $\mu$ “ o  $\pm 1,5 \sigma$ . Tzn.  $6\sigma \sim 3,4$  „defektů“ na 1 000 000 případů (3,4 ppm). [8]



**Obrázek 5: Přirozené kolísání střední hodnoty o  $\pm 1,5 \sigma$  dle [8]**

Cílem řízení výkonnosti podniku na základě metody Six Sigma je systematicky snižovat či zvyšovat odchylky do té doby, než se mezi střední hodnotou „ $\mu$ “ a mezi hodnotou stanovenou zákazníkem, tzv. „hraniční limit“ (LSL = dolní tolerance, USL = horní tolerance), nevměstná šest směrodatných odchylek „ $\sigma$ “ (odtud název „Six Sigma“). [8]



Obrázek 6: Úroveň Sigma dle [15]

### 3.2 Nástroje metody Six Sigmy

Mezi základní nástroje metody Six Sigma patří:

- Potřeby a očekávání zákazníka neboli hlas zákazníka (VOC)
- Kreativní myšlení
- Návrh experimentů
- Procesní řízení
- Statistické řízení procesů (SPC)
- Návrh nových procesů
- Analýza rozptylu
- Vyvážené vztahy – lidé, procesy, ekonomika
- Průběžné zlepšování [8]

### 3.3 Principy metody Six Sigma

Metoda Six Sigma vychází z následujících hlavních principů, kterými se zároveň liší od jiných metod zvyšování výkonnosti podniku: [9,10]

- Princip první - ryzí zaměření na zákazníka

Cílem principu je co nejlépe porozumět požadavkům a očekáváním zákazníků, což je zároveň nejvyšší prioritou metody Six Sigma. [9,10]

- Princip druhý - řízení založené na faktech a informacích

Musí se stanovit klíčové postupy k posouzení obchodní výkonnosti, posbírat data, zanalyzovat a určit, která fakta či informace potřebujeme a zjistit, jak je můžeme maximálně využít. [9,10]

- Princip třetí – zaměření na procesy a jejich zlepšování

Ovládnout procesy podle metody Six Sigma znamená udržet si konkurenční výhodu a předávat skutečnou užitnou hodnotu zákazníkům. [9,10]

- Princip čtvrtý – proaktivní management

Proaktivní je opakem reaktivního přístupu, což v praxi znamená, že musíme předstihnout události, takže reagovat na problém dříve než nastane. Tj. definovat cíle, revidovat je, stanovovat priority a předcházet problémům. Proaktivita je výchozím bodem pro kreativitu a efektivní změnu. [9,10]

- Princip pátý – spolupráce bez hranic

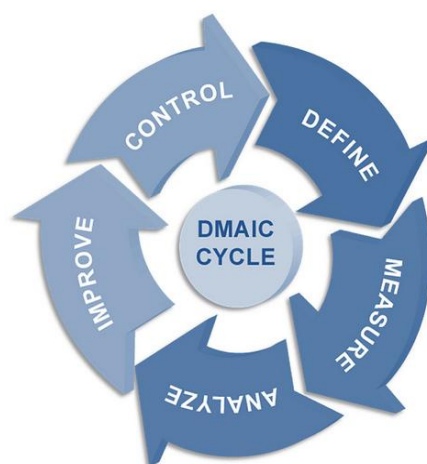
Aby systém dobře fungoval, musí spolu správně komunikovat a spolupracovat nejen všechny články uvnitř společnosti, ale také se musí zlepšit spolupráce mezi společnostmi, jejich prodejci a zákazníky. [9,10]

- Princip šestý – honba za dokonalostí a tolerance neúspěchu

Nové nápady a přístupy s sebou přinášejí také určité riziko. Abychom se jich nezalekli, zlepšovací techniky nám přinášejí nástroje k řízení rizik, a ukazují nám, jak nejlépe rizika eliminovat. [9,10]

### 3.4 Model DMAIC

Model DMAIC slouží jako model zlepšování dle Six Sigma. Model DMAIC má pět fází, z nichž je odvizen název, jsou to „**Define – Measure – Analyze – Improve – Control**“, česky **Definování – Měření – Analýza - Zlepšování – Řízení**. [10]



**Obrázek 7: Model DMAIC dle [15]**

#### 3.4.1 Define (Definování)

Definování cíle a rozsahu projektu. V tomto kroku nedefinujeme to, jak cíle dosahneme, ale získáme informace o stavu, kterého má být dosaženo. Vymezuje rozhodující výstupy, které jsou často zaměřeny na dosažení lepší úrovně sigma. Je zapotřebí určit, co společnost musí zlepšit, identifikovat veškeré chyby a vymezit si základní podmínky, za kterých má proces probíhat. Dále musíme vědět, co se bude sledovat, kdy, jak a kde měřit. Naučit se naslouchat hlasu zákazníka. Cílem této fáze je jasně vymezit CO? KDO? PROČ? S KÝM? JAK MOC? DO KDY? [9,10]

### **3.4.2 Measure (Měření)**

Úkolem je získat potřebné informace o procesu, důsledně jej zmapovat, aby se vymezila problémová oblast. Ověřit, zda je systém správně nastaven a případně jej napravit. Na základě získaných informací lze zajistit plnění cílů. Předem jsou definovány typy měření, sledované znaky jakosti a jejich charakteristiky a také postupné kroky, které vedou ke splnění stanovených cílů. Podstatné je vyhodnotit míru možných vstupních příčin, jež by mohly ovlivnit vznik vad. Cílem této fáze je sběr dat a vyhodnocení informací. [9,10]

### **3.4.3 Analyze (Analýza)**

Základem je identifikovat hlavní příčiny problému a potvrdit jejich přítomnost pomocí vhodně zvoleného nástroje pro analýzu dat. Hledá se prostor pro zlepšení. Je to analýza příčin, jako jsou problémy, nedostatky či nespokojenost. Cílem fáze je analyzovat problém a navrhnout nápravná opatření, která povedou k odstranění problému. Zabezpečíme tak, že se problém nebude opakovat. [10]

### **3.4.4 Improve (Zlepšování)**

Základem je odstranit hlavní příčiny výskytu vad, nastavit nové parametry, optimalizovat proces, snížit náklady a zvýšit přínosy pro zákazníka. Cílem je vytvořit, vyzkoušet a vpravit do procesu řešení, které odstraňuje hlavní příčiny problémů. [10]

### **3.4.5 Control (Řízení)**

V tomto posledním kroku zhodnotíme výsledky z předcházejících čtyř fází a zavedeme změny do procesů nebo do systému. Musíme proces průběžně sledovat a vyhodnocovat výsledky, popřípadě navrhnout další zlepšovací kroky. Cílem poslední fáze řízení, je zabezpečit trvalé udržení zlepšeného stavu. [10]



### 3.5 Six Sigma Belt Systém

Zavedení metody Six Sigma do společnosti je velkým zásahem do řízení, do již zaběhnutých postupů a praktik a znamená to, že nároky na zaměstnance musí být zvýšeny. Tato metodologie je založena především na týmové práci. Pro zajištění hladkého zavedení metody Six Sigma hrají klíčovou roli specialisté – Six Sigma Belt systém. [8]

#### ▪ **Champion**

Osoba na pozici Champion má za úkol prezentovat vizi úspěšného zavedení Six Sigma. Stanovuje projekty pro absolventy Black Belt kursů a pomáhá určovat jejich priority. Pomáhá jim tak, že je strategicky řídí, poskytuje jim rady a podporuje jejich činnost. Má na starosti zdroje a vybírá adepty na pozice Black Belt a Green Belt. Jedná se o velmi zkušeného manažera, jenž je obeznámen jak se základními tak pokročilejšími statistickými nástroji. [8,10]

#### ▪ **Master Black Belt**

Rozumí velmi do hloubky podnikové strategii a má celkový přehled o podniku. Partner Championa, jenž vytváří a zároveň je schopen realizovat trénink pro různé úrovně organizace. Champion má hlubokou znalost metodiky Six Sigma. Asistuje při identifikaci projektů a pomáhá Black Beltům v neobvyklých situacích. Napomáhá Black Beltům s jejich tréninkem a certifikací. Spolupracuje na přípravě zpráv o stavu projektu a zároveň díky rozsáhlému přehledu poskytuje informace o nejlepších zkušenostech pro celý podnik. Doporučený podíl ve firmě je 1 Master Black Belt/30 Black Beltů. [8,10]

#### ▪ **Black Belt**

Expert na strategii Six Sigma, je pro ni nadšený a svým pozitivním přístupem motivuje ostatní v kolektivu. Snaží se podpořit myšlenky Championů a v případě nouze je žádá o pomoc. Black Belt obvykle bývá absolvent VŠ, zpravidla inženýr nebo ekonom s minimálně pěti letou praxí v oboru. Identifikuje překážky v projektech, vede, koordinuje a řídí projekty Six Sigma. Vede týmy Green Beltů. Získává informace od

zasvěcených operátorů, supervizorů a vedoucích týmů. Black Belt učí a trénuje metody a nástroje strategie Six Sigma. Doporučený podíl ve firmě je 1 Black Belt/ 100 zaměstnanců. [8,10]

- **Green Belt**

Je to specialista na proces zlepšování a také spolupracuje na projektech Black Beltů v rámci svých existujících povinností. Učí se metodologii Six Sigma a posléze aplikuje ve svých projektech. Měří, analyzuje projekty a pokračuje ve studiu zavádění metod a nástrojů Six Sigma i po dokončení projektu. [8,10]

- **Yellow Belt**

Vytrvale monitoruje, kontroluje zisk, sbírá data pro Green Belt i Black Belt. Je na základní úrovni procesu zlepšování. [8]

- **Sponzor – vlastník procesu**

Vlastník procesu je zodpovědný za celý proces, autorizaci změn v procesu a podílí se na výběru projektů. Schvaluje termíny pro školení zaměstnanců. Sleduje pokrok týmu a snaží se ho co nejefektivněji podpořit. Přispívá k udržování dosažených výsledků. [8,10]

## 4. Sedm základních nástrojů pro řízení jakosti

Skupinu sedmi základních nástrojů pro řízení jakosti, tvoří jednoduché statistické a grafické metody, které mají své nezastupitelné místo v rámci cyklu zlepšování výkonnosti procesů, tedy DMAIC vytvářející metodický rámec pro zlepšování výkonnosti procesů při uplatnění metody Six Sigma. [11]

Skupinu sedmi základních nástrojů pro řízení jakosti tvoří následující: kontrolní tabulky a záznamníky, histogram, vývojové diagramy, Paretův diagram, Išikawův diagram, bodový diagram, regulační diagramy. Jejich vhodné zařazení do fází cyklu DMAIC ukazuje tabulka 1. [11]

**Tabulka 1: Zařazení sedmi základních nástrojů pro řízení jakosti do fází cyklu DMAIC dle [11]**

Fáze	Metody	Fáze	Metody
Definování (D)		Měření (M)	Vývojové diagramy Paretův diagram Išikawův diagram Kontrolní tabulky a záznamníky Regulační diagramy
Analýza (A)	Bodový diagram Paretův diagram Išikawův diagram	Zlepšování (I)	Vývojové diagramy Paretův diagram Išikawův diagram Kontrolní tabulky a záznamníky Regulační diagramy
Řízení (C)	Bodový diagram Histogram Kontrolní tabulky a záznamníky Paretův diagram Regulační diagramy		

### 4.1 Kontrolní tabulky a záznamníky

Integrojícím prvkem systému řízení jakosti je informační systém o jakosti. Velkou část systému tvoří dokumentace prvotních údajů o jakosti. Úspěšnost aplikování ostatních metod řízení a zlepšování jakosti závisí na správnosti sběru a záznamenávání prvotních dat o jakostních parametrech, vadách, příčinách odchylek od očekávané variability procesu. [11]

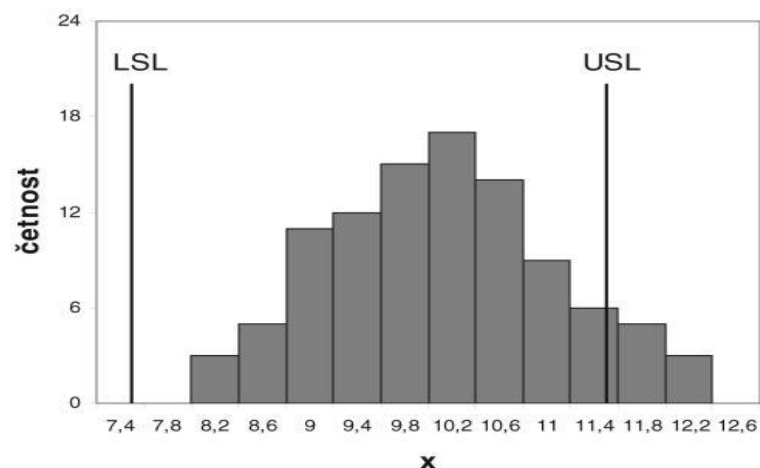
Kontrolní tabulky a záznamníky slouží k ručnímu sběru a zaznamenávání prvotních dat o procesu spolehlivým a organizovaným způsobem. K základním typům kontrolních tabulek patří kontrolní tabulka výskytu vad, kontrolní tabulka lokalizace vad, kontrolní tabulka rozdělení znaku jakosti či parametru procesu. Tabulky můžeme aplikovat ve třech následujících oblastech: [11]

- jsou nástrojem pro zaznamenávání výsledků jednoduchého čítání různých položek, např. různých druhů vad;
- jsou nástrojem zobrazení rozdělení souboru měření;
- jsou nástrojem zobrazení místa výskytu určitých jevů, např. vad na výrobku. [11]

## 4.2 Histogram

Histogram představuje grafické znázornění intervalového rozdělení četností. Je to sloupcový graf, jehož sloupce mají většinou stejnou šířku. Základna jednotlivých sloupců je stejná jako šířka třídního intervalu  $h$ . Výška sloupců většinou ukazuje četnosti hodnot veličiny, kterou sledujeme např. počet vad určitého druhu. Každý z intervalů je definován dolní LSL a dolní USL hranicí. [12]

Histogramy patří v praxi k nejpoužívanějším a také nejjednodušším statistickým nástrojům a to díky své přehlednosti a v celku jednoduchému sestavení. [12]

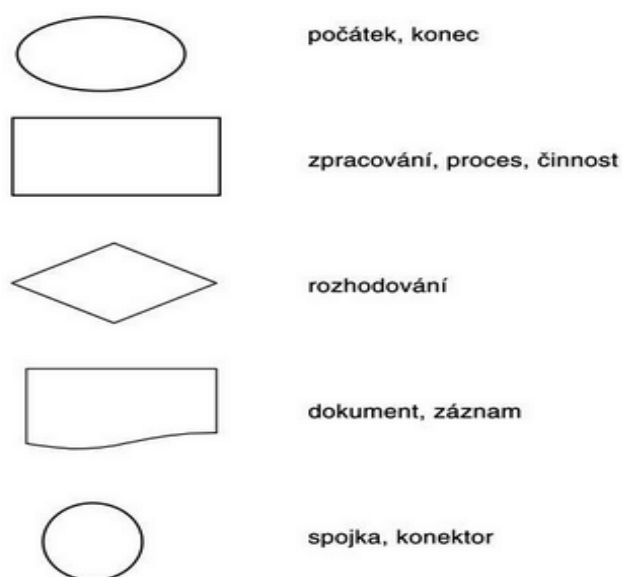


**Obrázek 8: Ukázka histogramu se zakreslenými tolerančními mezemi sledovaného znaku dle [12]**

### 4.3 Vývojové diagramy

Je to univerzální nástroj sloužící k popisu jakéhokoliv procesu. Vývojový diagram je konečný orientovaný graf s jedním začátkem a jedním koncem. Pomocí operačních bloků vyjadřujeme v grafu strukturu a sekvenci aktivit tvořící popisovaný proces. Operační bloky vyjadřují činnosti a rozhodovací bloky. Vývojové diagramy tvoří velmi užitečný nástroj, pokud je potřeba uživatelům či zákazníkům prokázat jakost produktu, při objasnění vazeb mezi jednotlivými úkony procesu novým pracovníkům, dále pak při odkrývání a objasňování vazeb mezi útvary účastnující se určitého procesu. Další důležitou úlohu sehrají vývojové diagramy při odhalování nedostatků v procesu a posléze ve zlepšování. Srovnávají skutečný a ideální průběh procesu. [12]

Vývojové diagramy lze rozdělit na tři základní typy a to na lineární vývojový diagram, vývojový diagram vstup/výstup a integrovaný vývojový diagram. Pro sestavení vývojového diagramu se používají následující symboly. [12]

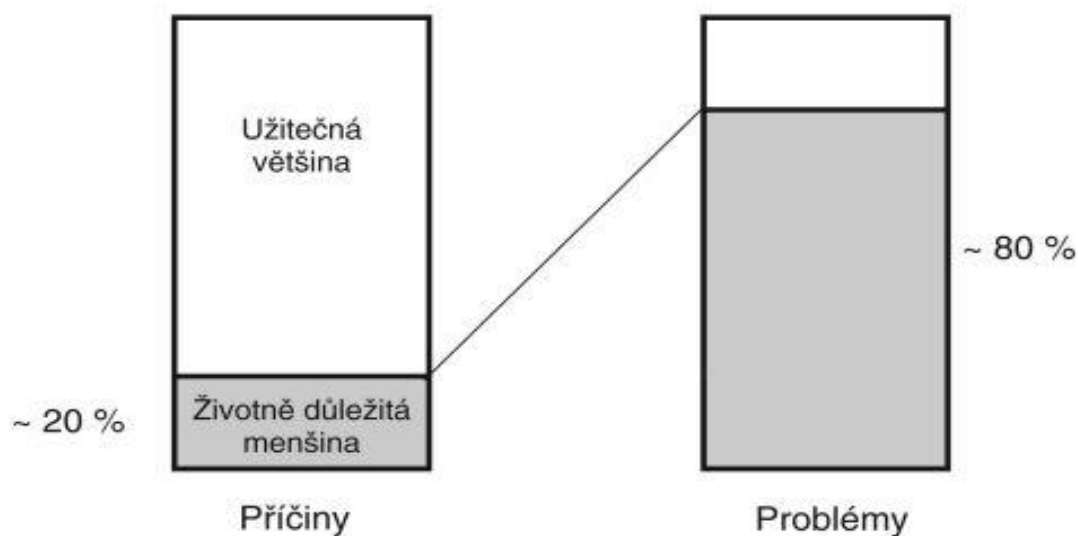


**Obrázek 9: Symboly používané při tvorbě vývojových diagramů a jejich význam dle [12]**

#### 4.4 Paretův diagram

V oblasti řízení jakosti je Paretův diagram jedním z nejefektivnějších běžně dostupných a snadno aplikovatelných nástrojů. Umožňuje stanovit priority při řešení problémů tak, aby při účelném využití zdrojů bylo dosaženo maximálního možného efektu. Paretův diagram je také velice vhodný pro názornou prezentaci hlavních příčin problému. [12]

Paretův diagram získal své pojmenování podle Vilfredo Pareta, italského sociologa a ekonoma žijícího v 19. století. V. Pareto popsal nepravidelné rozložení bohatství mezi obyvateli. V praxi to znamená, že vysoký podíl veškerého bohatství vlastní pouze malé procento obyvatel. Takový jev americký odborník na jakost J. M. Juran transformoval do oblasti řízení jakosti v této podobě: většina problémů s jakostí (80 až 95 %) je způsobena pouze malým podílem (5 až 20 %) činitelů (příčin), které se na problémech podílejí. Tento princip pak označil jako Paretův princip, nebo také Paretův zákon či pravidlo 80/20 (viz následující obrázek 10). [12]



**Obrázek 10: Paretův princip dle [12]**

Jednotlivé činitele (příčiny) je zde potřeba chápat v širším slova smyslu. Zastupují dílčí „nositele nedostatků“, jako jsou jednotlivé příčiny problému, ale také jednotlivé druhy neshod, jednotlivé produkty, jednotlivé stroje, jednotliví pracovníci apod. [12]

Tyto malé skupiny příčin se označují jako „životně důležitá menšina“ a pro jejich zbylou část se postupně začalo používat označení „užitečná většina“. Pomocí Paretova diagramu lze tuto „životně důležitou menšinu“ analyzovat do hloubky a odstranit či minimalizovat působení příčin. [12]

#### 4.5 Išikawův diagram

Můžeme se také setkat s označením diagram příčin a následků či diagram rybí kosti. Je to grafický nástroj, který logicky a v uspořádané formě představuje příčiny a daného následku. Ukazuje opravdové příčiny, ne pouze jejich symptomy. Na základě Išikawova diagramu můžeme zvolit nejefektivnější zvolení problému. Jeho zpracování by mělo probíhat v týmu s využitím brainstormingu. [12]

Brainstorming je metodou pro týmovou práci. Zvyšuje účinnost tvůrčího myšlení. Radí se k metodám s odloženým hodnocením, což v praxi znamená, že cílem této

metody je získat co nejvíce nápadů k řešenému problému, ale ty budou analyzovány a hodnoceny až později. Čím více nápadů se pomocí brainstormingu získá, tím je vyšší pravděpodobnost, že mezi nápady budou ty, které povedou k vyřešení problému. [12]

Ve fázi přípravy brainstormingu je potřeba vybrat vhodnou místnost, dobu konání a zejména výběr vhodného kolektivu. Většinou je to team obsahující 5-8 osob a měli by v něm být zastoupeni odborníci z různých oblastí vztahující se k problému. Vhodná je však i účast neodborníků, kteří nejsou ovlivněni provozem. Dále se musí přichystat velký arch papíru nebo tabule pro zápis nápadů a nakreslit základní kostru diagramu. [12]

Ve fázi realizace brainstormingu se svolá kolektiv, vyvěsí se základní kostra diagramu na viditelné místo pro všechny zúčastněné, zvolí se moderátor, jednoznačně se definuje problém či očekávaný přínos, tj. efekt a ten musí být zvolen ani příliš úzce a ani příliš široce. Další součástí realizace je definice všeobecné hlavní skupiny příčin, což jsou nejčastěji lidé, materiál, prostředí, metody, výrobní zařízení. U všech příčin, které nejsou dostatečně konkrétní, by měly být analyzovány příčiny těchto příčin, dokud se neodhalí všechny základní příčiny analyzovaného problému. Poté se uskuteční vlastní brainstorming. [12]

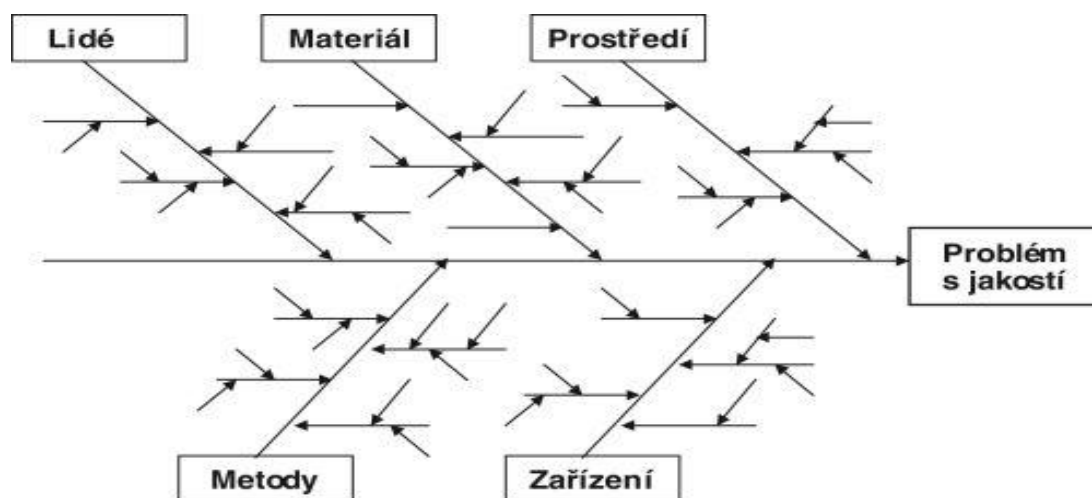
Během brainstormingu moderátor vyzívá postupně každého člena teamu aby sformuloval příčinu analyzovaného efektu. Tento proces se provádí tak dlouho, až všichni členové teamu vyčerpají své nápady. Všechny nápady se zaznamenávají do Ishikawova diagramu. [12]

V průběhu brainstormingu by měly být dodržovány tyto zásady:

- diskuzi řídí výhradně moderátor,
- nesmí mluvit více lidí najednou,
- každý se musí vyjadřovat pouze k řešenému tématu,
- existuje naprostá volnost tvorby námětů,
- je zakázána kritika nápadů,
- formulace nápadů musí být jasná, stručná, výstižná,



- všechny náměty se musí zaznamenat. [12]



Obrázek 11: Struktura Išikawova diagramu dle [12]

#### 4.6 Bodový diagram

Představuje grafické zobrazení závislosti náhodných dvou proměnných. Tento diagram poskytne prvotní informaci o existenci náhodné závislosti, jejím tvaru a míře těsnosti. [12]

Pro sestavení bodového diagramu jsou potřeba dvojice odpovídajících hodnot obou proměnných, zvolíme si tedy nezávislou proměnnou  $X$  a závislou proměnnou  $Y$ . Obecně platí, že čím více údajů je k dispozici, tím nám diagram poskytne věrohodnější informaci o závislosti mezi sledovanými proměnnými. Údaje je zapotřebí získat za co nejsrovnatelnějších podmínek. [12]

Provedeme měření alespoň 30 dvojic hodnot závislé a nezávislé proměnné ( $X_i, Y_i$ ), ještě lépe je však 50-100 dvojic. Poté hodnoty zaznamenáme do tabulky. Z čehož dvojice naměřených hodnot ( $X_i, Y_i$ ) představují dvourozměrný náhodný výběr rozsahu  $n \geq 30$ . [12]

Z naměřených hodnot začínáme sestavovat bodový graf. Je zapotřebí správně si zvolit stupnici na osách, protože tato volba velmi výrazně ovlivňuje vypovídající schopnost

bodového diagramu. Stupnice na jednotlivých osách by měly přibližně odpovídat variačnímu rozpětí hodnot daného znaku, což umožňuje naplno využít celou oblast vymezenou souřadnicovým systémem. [12]

Dvojice hodnot  $(X_i, Y_i)$  znázorníme v pravoúhle souřadnicové soustavě  $(X, Y)$ . Každá dvojice  $(X_i, Y_i)$  je zobrazena bodem o souřadnicích  $[X_i, Y_i]$ . K vynesení bodů se používají různé grafické symboly. Nejpřehlednější a nejjednodušnější je umístění bodu vyjádřené křížkem nebo hvězdičkou, kde průsečík přesně vymezuje příslušnou pozici. [12]

Rozvržení bodů v bodovém diagramu charakterizuje směr, tvar a míru těsnosti závislosti mezi sledovanými proměnnými. Velmi často se v praxi setkáváme s tzv. volnými závislostmi, jež jsou charakteristické určitým rozptylem bodů. Příčinou tohoto rozptylu je častokrát působení dalších vlivů, jako je například variabilita parametrů procesu, vnějších podmínek, vlastností použitých materiálů apod. Na rozptylu bodů se samozřejmě také podílí nepřesnost stanovení hodnot jednotlivých proměnných. [12]

#### 4.7 Regulační diagramy

Regulační diagramy jsou základním grafickým nástrojem statistické regulace procesu, který umožňuje posoudit statistickou zvládnutost procesu. Dají se použít všude tam, kde se postupně v čase získávají informace o jakosti. Regulační diagramy umožňují statisticky regulované procesy řídit tak, aby procento zmetků bylo co nejmenší. O zmetku mluvíme tehdy, když znak jakosti leží mimo předepsané meze v diagramu a tedy nesplňují požadavky na úroveň jejich jakosti. [11]

Statisticky regulovatelný proces je takový, kde měřený znak jakosti má v čase stejné (neměnné) rozdělení. Statistická regulace procesu představuje preventivní přístup k řízení jakosti, protože pokud se zavčas odhalí odchylka průběhu procesu od předem stanovené úrovně, umožňuje to zásahy do procesu s cílem udržovat jej dlouhodobě na požadované stabilní úrovni, resp. proces zlepšovat. Regulační diagramy se výborně hodí

při monitorování procesu pomocí počítače. Zzobrazují variabilitu procesu dynamicky a umožňují určit, zda jde o náhodné či vymezitelné vlivy. [11]

#### ▪ Typy Regulačních diagramů

Pokud jsou sledované znaky jakosti měřitelné, používáme regulační diagramy měřením, mají-li však charakter diskrétně náhodné veličiny, pracujeme s regulačními diagramy srovnáváním. [11]

- Regulační diagramy srovnáváním (statistická regulace procesu srovnáním):

a) pro počty neshodných jednotek

1. RD (p) – podíl neshodných jednotek ve skupině
2. RD (np) – počet neshodných jednotek v podskupině

b) pro počty neshod

1. RD (c) – počet neshod v podskupině
2. RD (u) – průměrný počet neshod na jednotku v podskupině

- Regulační diagramy měřením (statistická regulace procesu měřením)

1. RD ( $\bar{x}, R$ ) – pro výběrový průměr a variační rozpětí
2. RD ( $\bar{x}, s$ ) – pro výběrový průměr a směrodatnou odchylku
3. RD ( $x_i, R_{kl}$ ) – pro jednotlivé hodnoty a klouzavé rozpětí
4. RD ( $\tilde{x}, R$ ) – pro medián a variační rozpětí. [11]

## 5. Praktická část

Praktická část diplomové práce probíhala ve firmě Johnson Controls automobilové součástky, k. s. se sídlem v České lípě, zabývající se šitím textilních a kožených potahů a jiných textilních a kožených výrobků do interiérů motorových vozidel.

Firma se potýká s vysokým počtem neshod při šití potahů na dílně Škoda Octavia interně označené jako A7. V tom to případě je zákazníkem jedna z divizí firma Johnson Controls automobilové součástky, k. s. v Benátkách nad Jizerou, kde se sedačky potahují.

Cílem praktické části diplomové práce je najít příčiny vysokého počtu neshod při šití potahů sedaček Škoda Octavia a vymyslet nápravná opatření, která pomohou počet neshod snížit a tím snížit náklady.

### 5.1 Historie firmy Johnson Controls Automobilové součástky, k. s.

Johnson Controls je americký koncern se sídlem ve městě Milwaukee, v americkém státě Wisconsin. Nyní se firma dělí na tři divize: [13]

- Automobilové součástky (Automotive Experience)
- Energetická účinnost budov (Building Efficiency)
- Energetická řešení (Power Solutions). [13]

Společnost Johnson Controls byla založena v roce 1885 zakladatelem profesorem Warren S. Johnsonem. W. S. Johnson jako první patentoval elektrický pokojový termostat a tím se společnost od roku 1885 stala technologickým vůdcem v oboru automatických systémů tepelné regulace budov. V roce 1978 společnost vstoupila do oboru výroby automobilových baterií a v současné době je na předních místech mezi výrobci olovených automobilových baterií. Další významný posun společnosti Johnson Controls proběhl roku 1985, kdy pronikla do průmyslového odvětví výroby automobilových sedadel. Nyní je společnost Johnson Controls celosvětově největším výrobcem automobilových sedadel. [13]

Od roku 1992 je součástí celosvětového koncernu Johnson Controls také společnost Johnson Controls Automobilové součástky, k. s., která vznikla v červnu roku 1992. V současné době se skládá z deseti odštěpných závodů po celé ČR. Odštěpné závody lze rozdělit do dvou divizí – Trim a Seating systems. K divizi Trim patří odštěpné závody v České Lípě, ve Stráži pod Ralskem a v Roudnici nad Labem. Tyto závody se zabývají výrobou automobilových potahů. Pod divizi Seating systems spadá závod v Mladé Boleslavi, jenž se zabývá výrobou automobilových sedadel pro společnosti Škoda Auto a Volkswagen. [13]

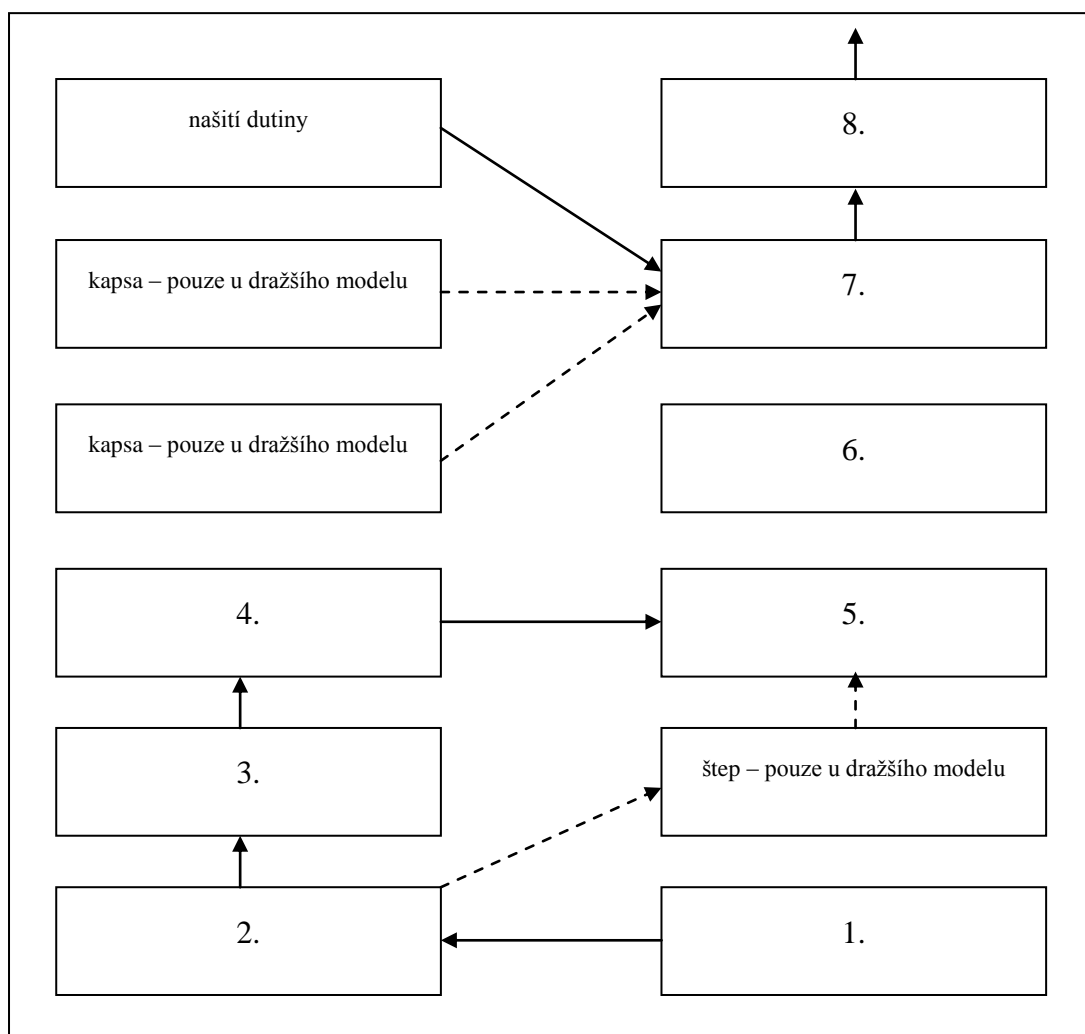
## 5.2 Analýza šicího procesu

Na úvod si vysvětleme následující pojmy, které provází celý projekt.

### ▪ Šicí buňka

Šicí buňka je místo, kde dochází ke kompletaci potahu, přesněji ke kompletaci jedné části z celého automobilového potahu, například kompletace předního sedáku, kompletace zadní levé opěry, kompletace přední opěry atd. Šicí buňka má speciální rozložení strojů a přesně definované pořadí úkonů, které se na jednotlivých strojích provádějí. Toto nazýváme dílčí Layout. Švadleny provádí tzv. hodinou rotaci, při níž každou hodinu přechází na jinou buňku. Přesné rozložení buňky spadá pod „know how“ firmy Johnson Controls.

Následující obrázek 12, ukazuje přibližné schéma buňky (dílní Layout) pro výrobu přední opěry pravé (FBR) vozů Škoda Octavia.



### Obrázek 12: Dílčí Layout šicí buňky

V následující tabulce vidíme přehled možných typů neshod vzniklých operátory. Neshody jsou přiřazeny k jednotlivým číslům z dílčího Layoutu (obrázek 12), aby bylo přehledně vidět, na kterém stroji a při jaké operaci, může určitá neshoda vzniknout. Dále jsou pak podrobně popsány úkony prováděné operátory na jednotlivých strojích.

**Tabulka 2 Přehled typů neshod a jejich umístění v Layoutu**

Přehled typů neshod	Umístění neshody v Layout	Přehled typů neshod	Umístění neshody v Layout
Šíře švu	1-8	Nepřichycený materiál	1-8
Návaznost cviku	1-8	Křivý šev	1-8
Přesah materiálu	1-8	Chybí razítko "isofix checked"	Pouze u dražších modelů
Fald	1-4	Dekoratивní šev - šíře švu	Pouze u dražších modelů
Dekoratивní šev – křivý	Pouze u dražších modelů	Zatržené nitě	1-8
Nit' v líci	1-4	Záměna materiálu	1-8
Vada materiálu	1-8	Zapošití – chybí	1-8
Přichycený materiál	2-8	Zapošití – prasklé	1-8
Napětí nití	1-8	Vypáraný šev	1-8
Stehy – přeskákané	1-8	Špatně provedena oprava	1-8
Dutinka – krátká	6	Dekoratивní šev – chybí	Pouze u dražších modelů
Komponent – pozice	4,7	Návaznost křížových švů	5
Dutinka - přichycená do švu	6	praskl šev	1-8
AB label – pozice	6	Předšití v líci	1-2
Zapošití – nok	1-8	Stehy – délka	1-8
Dutinka – dlouhá	6	Stehy - viditelné v líci	1-8
Konce nití - neodstřižené	1-8	Dekoratивní šev – nedošitý	Pouze u dražších modelů
Stehy – volné	1-8	Dekoratивní šev – vypáraný	Pouze u dražších modelů
Řetízek – krátký	Pouze u dražších modelů	Dekoratивního šev – umístění	Pouze u dražších modelů
Zával	Pouze u dražších modelů	Dutinka – otočená	6
Podjetý šev	1-8	Isofix – pozice	Pouze u dražších modelů
Nedošitý kus	1-8	Komponent – chybí	4,7

## Úkony na jednotlivých strojích

V první řadě se naveze materiál na šicí dílnu a připraví se do šicích buněk.

1. Na stroji označeném číslem jedna švadleny sešívají 2-3 díly k sobě a následuje lemování těchto dílů.
2. Následuje sešití dalších 2-3 dílů k dílům sešitým v předchozím kroku, našití kalíka (kaliko je tkanina střední hmotnosti v plátnové vazbě z bavlněné nebo viskózní příze) a sešití neairbagového švu, který se vyznačuje tím, že spodní nit' je stejně silná jako vrchní nit'.

3. Na stroji označeném ve schématu číslem 3 se sešívá airbagový šev, který se vyznačuje tím, že spodní nit' je slabší než vrchní nit'. Fixuje se zde airbagová vlaječka sloužící k identifikaci potahu s airbagem. Následuje přifixování čárového kódu, který určuje projekt, provedení potahu, osobní číslo švadleny, datum a čas šití potahu, počet švů, všechny vstupující materiály do airbagového švu a jejich číslo výrobní šarže.

4. Sešití předešlých dílů k sobě a přišítky plastového komponentu sloužícího k přichycení potahu ke konstrukci sedačky. Komponent je interně nazývaný jako „PWP“.

5. V tomto kroku se sešívá „PWP“ s ušitým dílem tak aby vznikl křížový šev. Po ušití následuje samokontrola křížového švu ze strany švadleny.

6. U dražších modelů se přišítky zhotovená kapsa k přední části potahu. Lacinější modely jsou bez kapsy. Vloží se identifikační štítek s logem (label), který určuje výrobce, den výroby/směna, stupeň vývoje výrobku, zákaznické číslo, model, druh potahu.

7. Zde se našije dutina na kapsu a plastový komponent interně nazývaný jako „F-retainer 405 mm“ sloužící k přichycení dílu ke konstrukci sedačky, aby vznikl požadovaný tvar. Pokud je švadlena obsluhující stroj v časovém presu, dutinu našije jiná švadlena na stroji označeném v obrázku jako „našití dutiny“ a část potahu s našitou dutinou vrátí zpět. Do dutiny se vloží drát interně nazývaný jako „WIRE 315 mm“ a otvor dutiny se zapošítky pouze z jedné strany.

8. Na posledním stroji se zapošítky otvor dutiny ze strany druhé

Po každé operaci, kterou operátor provede, musí provádět samokontrola. Samokontrola je prováděna buď vizuálně, nebo pomocí ocelového měřítka.

Ve všech buňkách funguje tzv. kontrola 5 kusů a to ještě před naložením výrobků na dopravník. To znamená, že potah, který projde všemi těmito operacemi, se pověsí na držák. Ve chvíli co se na držáku vyskytne 5 kusů zkompletovaných potahů, švadlena, která věší poslední kus, by měla překontrolovat všech pět potahů a teprve potom položit všech 5 kusů na dopravník. Potahy na dopravníku putují na pracoviště označené jako „balení“, kde proškolený operátor umístí potahy do předem připravených boxů, které



jsou označeny speciálním ODETE labelem (informační štítek). Každý box je označen štítkem, jenž určuje počet kusů v boxu (většinou 30), druh potahu atd.



**Obrázek 13: Šicí buňka**

#### ▪ Potah

Potah je hotový výrobek, který se posílá zákazníkovi. Plně zkompletovaný set (auto) se skládá z následujících částí: přední opěra pravá (FBR), přední opěra levá (FBL), přední sedák (FC), zadní sedák pravý (RCRH), zadní sedák levý (RCLH), zadní opěra s armrestem (RBRHARM), zadní opěra levá (RBLH).



**Obrázek 14: Potah - přední opěra**

- **Operátor**

Pracovník daného procesu – švadlena.

- **Směna**

Na jednotlivých buňkách funguje třisměnný provoz. Označme si směna A, směna B, směna C.

- **Chyba, neshoda**

Odchylka od normy či požadovaného stavu.

- **Samokontrola**

Švadlena vizuálně (popřípadě měřidlem) kontroluje každý kus výrobku, na kterém provedla výrobní operaci a zjišťuje, zda je kus ušit dle stanovených norem.

- **CTQ (critical to quality)**

CTQ jsou vnitřní kritické parametry kvality, které se vztahují k přáním a potřebám zákazníka.

- **CTC (critical to cost)**

Poskytnutí produktu zákazníkovi v jeho nejnižších nákladech.

- **CTD (critical to delivery)**

Zvyšující se včasnost společně s kvalitou výrobku. Méně prostojů, šrotu a oprav.

#### ▪ Specifikace distribučního kanálu

Johnson Controls automobilové součástky, k. s. Česká Lípa (látky, nitě, komponenty)  
————→ Johnson Controls automobilové součástky, k. s. Benátky nad Jizerou  
(kompletace potahů na sedačky) ———→ Škoda Auto a. s. (hotové sedačky se montují do automobilů)

### 5.3 Aplikace metody Six Sigma ve společnosti

Firma Johnson Controls Automobilové součástky, k. s. běžně využívá metodu Six Sigma ke splnění svých cílů. Principem je co nejlépe porozumět požadavkům a očekáváním zákazníků při minimálních vlastních nákladech, což je nejvyšší prioritou metody Six Sigma a zároveň nejvyšší prioritou společnosti.

V projektu postupujeme dle fází cyklu DMAIC s využitím nástrojů pro řízení jakosti.

#### 5.3.1 Definování

Před zahájením tohoto projektu měla firma problém s vysokým počtem neshod při šití potahů na dílně Škoda Octavia (A7). Toto bude zřejmé z následujících grafů ve fázi měření. Na začátku tohoto projektu dílna průměrně vyrobila 36 špatných kusů potahů za měsíc.

Cílem tohoto projektu je najít příčiny vysokého počtu neshod a vymyslet nápravná opatření, která by pomohla počet neshod snížit. Cílem společnosti je snížit počet neshod na 20 špatných kusů potahů za měsíc.

#### ▪ Definice problému

Následujícími otázkami si definujeme problém a přiblížíme si dostupné informace, které o projektu máme.

- Jaké jsou klíčové body procesu firmy, pro ušití jednoho potahu?

1. Navezení materiálu na šicí dílnu
2. Nahození materiálu do šicích buněk
3. Ušití potahu
4. Samokontrola po odšití
5. Konečná kontrola před vyhozením pěti kusů na pás
6. Vyhození kusů na přepravník

- Jací lidé či skupiny lidí výrobek obdrží, používají jej nebo jsou na něm nějak závislí?

Externí zákazník: JIT Johnson Controls Automobilové součástky, k. s.

Interní zákazník: baliči, auditoři šicí dílny

- Na čem zákazníkovi nejvíce záleží?

1. CTQ: ušitý potah bez chyb
2. CTC: hotová výroba v požadovaném čase
3. CTD: co nejnižší náklady na opravy a následné reklamace

- Na co se musíme nejvíce zaměřit, abychom vyhověli potřebám zákazníka?

1. CTQ: ušitý potah bez chyb

- Co konkrétně se musí měřit, aby se dosáhlo zlepšení?

Počet reklamovaných potahů externě (EPPM)

- Jaké jsou hranice procesu definující oblast, ve které můžeme provádět změny tak, abychom dosáhli zlepšení?

### **Hranice procesu**

Start: navezení materiálu na šicí dílnu

Stop: vyhození kusu na přepravník

### **Výstup procesu**

Jeden bezchybně ušitý potah.

### **▪ Analýza nákladů**

Součástí metody Six Sigma není pouze maximální uspokojení potřeb zákazníka, ale je třeba také zohlednit náklady, nejlépe uspokojit potřeby zákazníka při minimálních vlastních nákladech. Následující výpočty definují náklady na špatně ušité potahy.

Náklady společnosti Johnson Controls Automobilové součástky, k.s. na reklamaci jednoho potahu jsou 317 Kč.

Náklady tvoří: 3 lidé se podílejí na reklamační operaci – auditor převezme potah, mistr šicí dílny zařídí opravu, konečný operátor provede opravu. Počítáme dohromady zhruba 20 minut na provedení všech operací těmito třemi lidmi. Cena za minutu práce těchto tří lidí je 4,80 Kč/min. Přičteme 10% na spotřebu nového materiálu použitého na opravu.

K tomuto musíme přičíst náklady, které vzniknou zákazníkovi, tedy firmě Johnosn Controls automobilové součástky, k. s. Benátky nad Jizerou. Zde objeví vadný díl, který musí odebrat na speciální oddělené pracoviště zvané repas. Na tomto pracovišti chybu buď sami opraví, nebo pošlou vadný kus zpět na reklamaci do České Lípy. Náklady na reklamaci vadného kusu jsou 280 Kč (informace od Johnosn Controls automobilové součástky, k. s. Benátky nad Jizerou)

**Výpočet je tedy:**

$$(3 \cdot 20 \cdot 4,8) \cdot 10\% = 317 + 280 = 597 \text{ Kč}$$

**Na začátku projektu:**

Průměrný počet špatných kusů je nyní 36 ks.

$$36 \cdot 597 = 21\,492 \cdot 12 = 257\,904 \text{ Kč/rok}$$

**Požadovaný výsledek:**

Průměrný počet špatných kusů za měsíc by dle cíle měl být 20 ks.

$$20 \cdot 597 = 11\,940 \cdot 12 = 143\,280 \text{ Kč/rok}$$

**Společnost ušetří:**

$$257\,904 \text{ Kč} - 143\,280 \text{ Kč} = 114\,624 \text{ Kč/rok}$$

Stanovení cíle, tedy 20 kusů vadných potahů za měsíc, určuje firma.

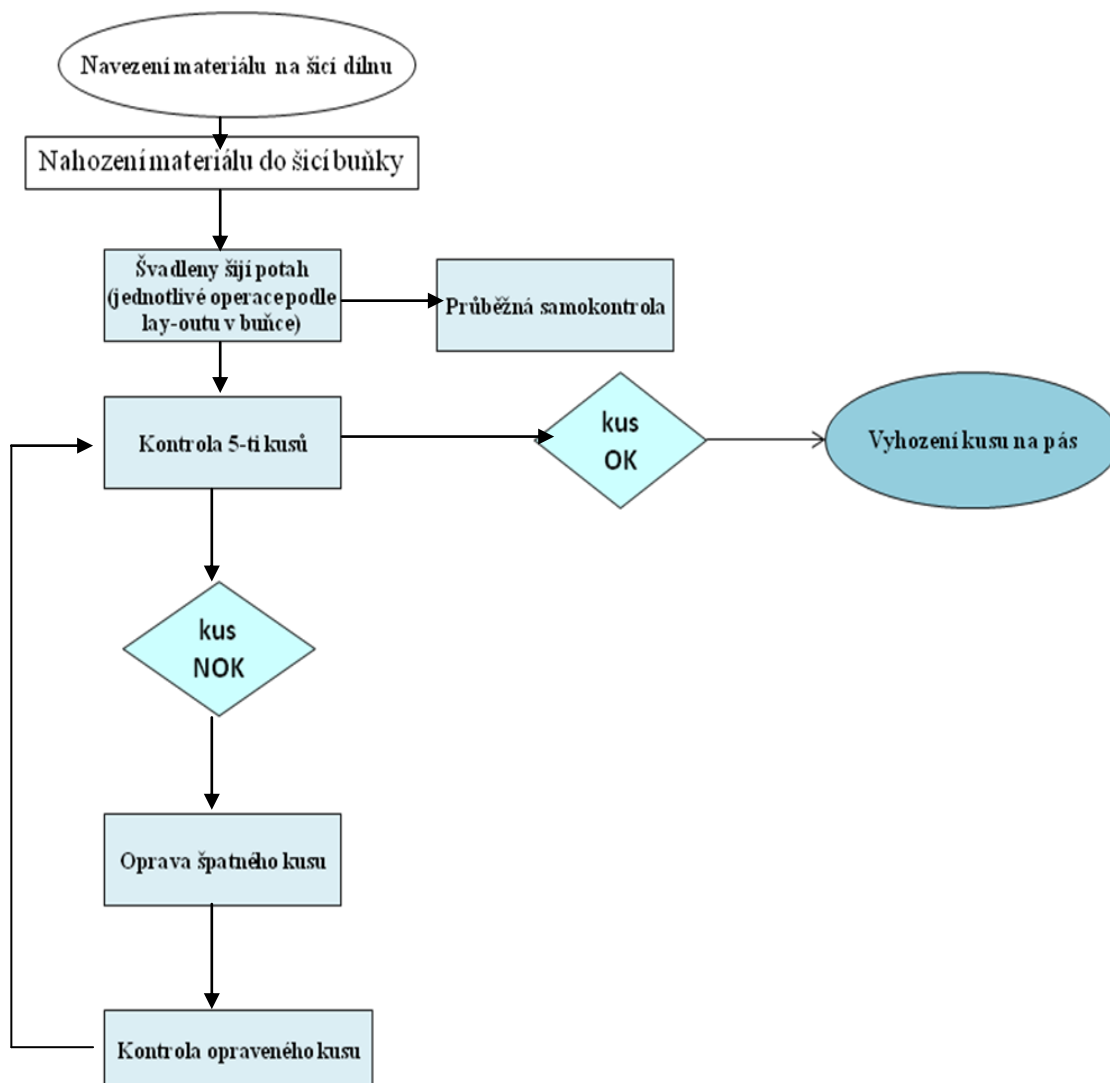
### 5.3.2 Měření

V následující tabulce si přiblížíme klíčové vstupy, které mohou ovlivňovat celý proces a klíčové výstupy, jež z procesu vyplývají.

**Tabulka 3: Klíčové vstupy a výstupy**

Klíčový proces vstupních proměnných x	Proces	Klíčový proces výstupních proměnných
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Švadleny</li><li>▪ Stroje</li><li>▪ Materiál</li><li>▪ Prostředí</li><li>▪ Technologické postupy</li><li>▪ Layout</li><li>▪ Výrobní plán</li><li>▪ Nastavení stroje</li><li>▪ Plán jakosti</li></ul>	Proces šití potahu	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Efektivita</li><li>▪ Včasné dodání</li><li>▪ Množství ušitých potahů</li><li>▪ Produktivita švadlen</li><li>▪ Kvalita</li><li>▪ Kvalitně ušitý potah</li></ul>

Pro lepší a jednodušší znázornění procesu a zejména pro objasnění vazeb mezi úkony procesu slouží následující obrázek 15 vývojového diagramu. Vývojový diagram popisuje jednotlivé části procesu společnosti formou jednoduchých operačních bloků. Kus OK znamená potah odšitý bez odchylky od požadovaného stavu a kus NOK s odchylkou od požadovaného stavu.



Obrázek 15: Vývojový diagram

#### ▪ Analýza systému měření

Při analýze procesu byl zjištěn vysoký počet neshod při šití potahů na dílně Škoda Octavia (A7). Existují dva možné zdroje vysokého počtu neshod. Prvním možným zdrojem je, že švadleny neprovádějí předepsanou samokontrolu, i když je to jejich povinnost. Druhým možným zdrojem je špatné vyhodnocení samokontroly švadlenami, což znamená, že kus, který je NOK švadlena určí za OK.

Pro analýzu systému měření (pro rozhodnutí, který zdroj vysokého počtu neshod je ten správný) si zvolíme metodu atributivního Gage R&R. Atributivní způsob měření dat



porovnává každý díl se standardem a zjišťuje, zdali rozeznáme shodu. Systém měření zjišťuje efektivnost kontroly, zda jsou operátoři schopni rozlišit dobrý kus od špatného.

Pro aplikaci metody atributivního Gage R&R vybereme 3 operátory z buňky, připraví se 30 vzorků potahů, které reprezentují celé spektrum odchylky procesu (dobré díly, špatné díly, hraniční díly). Každý operátor samostatně zkontroluje všech 30 vzorků a to celé proběhne dvakrát. Pořadí dílů se náhodně během každého hodnocení mění. Expert posléze provede vyhodnocení všech dílů a rozhodne, zda jsou díly určeny správně, či špatně.

#### Průběh testu:

**Tabulka 4: Atributivní Gage R&R**

Vzorek	Expert	Operátor 1		Operátor 2		Operátor 3	
		Měření 1	Měření 2	Měření 1	Měření 2	Měření 1	Měření 2
1	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
3	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
6	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
7	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
8	NOK	OK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
9	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
10	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
11	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
12	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
13	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
14	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
15	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
16	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
17	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
18	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
19	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
20	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
21	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
22	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
23	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
24	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK
25	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
26	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
27	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
28	OK	NOK	OK	OK	OK	OK	OK
29	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
30	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK	NOK

### Vyhodnocení testu:

Při kontrole dat zjišťujeme, že ve dvou případech se operátor 1 neshoduje s vlastností nastavenou expertem. V obou případech nebyl správně identifikován hraniční kus. I když se dvě ze tří hodnocení v téže řádce shodují, i přes to je celý řádek považován za neshodu.

Následující tabulka 5 zobrazuje vyhodnocení celkového atributivního Gage R&R.

**Tabulka 5: Celkové atributivní Gage R&R**

Operátor	Počet zkontrolovaných vzorků	Počet vzorků identifikovaných správně	Úspěšnost [%]	Interval spolehlivosti 95%
1	30	28	93.333	77.93, 99.18
2	30	30	100	90.50, 100
3	30	30	100	90.50, 100

V následující tabulce vidíme tři kritéria, která používáme pro atributivní Gage R&R.

**Tabulka 6: Kritéria atributivního Gage R&R**

Procenta	Kriterium
90 % až 100 %	Přijatelné
80 % až 90 %	Hraniční
méně než 80 %	Nepřijatelné

### Výsledek testu:

Nejmenší naměřená úspěšnost je 93,333 %, a tedy výsledek testu spadá do kategorie přijatelné. Toto můžeme tvrdit s 95% jistotou, což nám určuje interval spolehlivosti 77.93, 99.18. Pomocí Gage R&R jsme se přesvědčili, že náš systém pro určení vadného potahu je správný. V praxi to znamená, že švadleny umějí rozlišit mezi NOK a OK, takže kontrolu vyhodnocují správně, ovšem z tohoto vyplývá, že neprovádějí předepsanou samokontrolu.

## ▪ Identifikace neshod

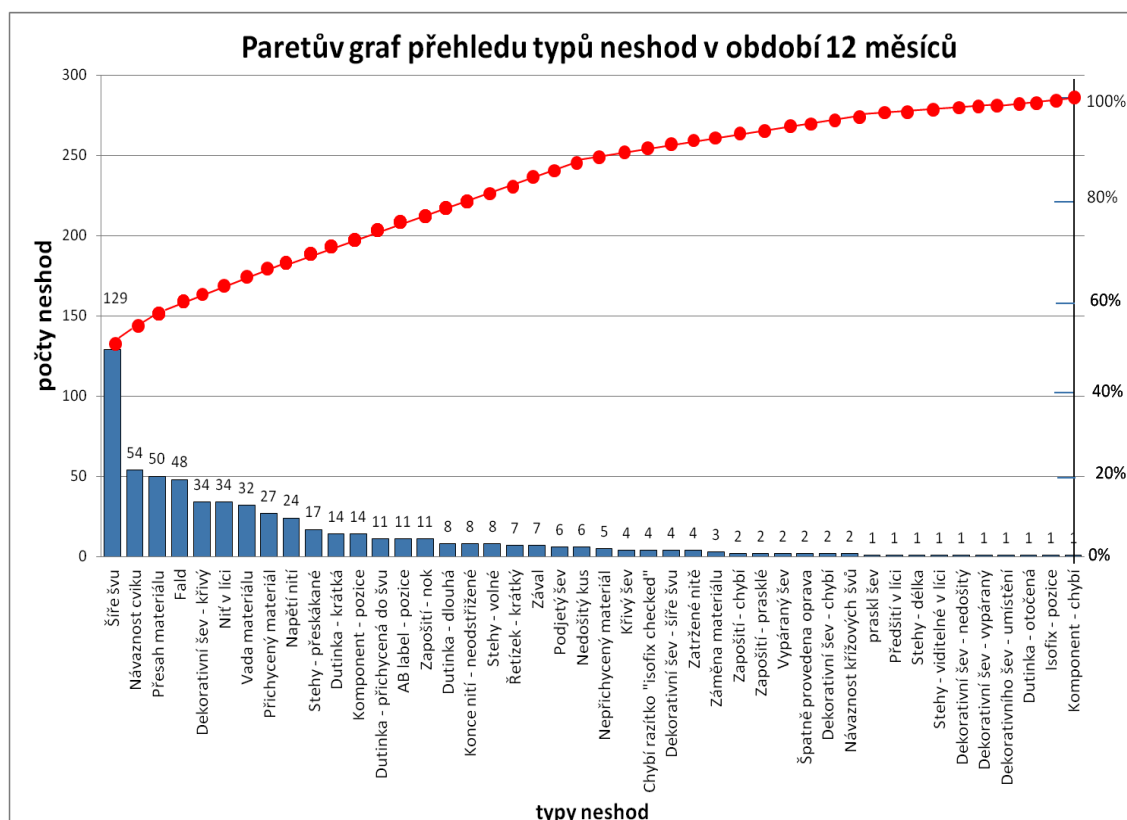
Víme, že vysoký počet neshod vzniká ze špatně vyhodnocené kontroly. Nyní je potřeba identifikovat jaké typy neshod se na dílně Škoda Octavia A7 objevují nejčastěji. Toto zjistíme pomocí softwaru QM 2014, jenž firma Johnson Controls využívá k evidenci reklamací od zákazníka. Každý týden provádí auditor záznam o externím či interním počtu neshod. K určení typů neshod použijeme data v tomto softwaru (viz. tabulka 7) a vytvoříme přehledný paretův graf, který zobrazuje přehled typů neshod v období dvanácti po sobě jdoucích měsíců.

**Tabulka 7: Přehled typů neshod a jejich počty za 12 měsíců**

Přehled typů neshod	Počet neshod	Přehled typů neshod	Počet neshod
Šíře švu	129	Nepřichycený materiál	5
Návaznost cviku	54	Křivý šev	4
Přesah materiálu	50	Chybí razítko "isofix checked"	4
Fald	48	Dekoratивní šev - šíře švu	4
Dekoratивní šev – křivý	34	Zatržené nitě	4
Nit' v lici	34	Záměna materiálu	3
Vada materiálu	32	Zapošití – chybí	2
Přichycený materiál	27	Zapošití – prasklé	2
Napětí nití	24	Vypáraný šev	2
Stehy – přeskákané	17	Špatně provedena oprava	2
Dutinka – krátká	14	Dekoratивní šev – chybí	2
Komponent – pozice	14	Návaznost křížových švů	2
Dutinka - přichycená do švu	11	praskl šev	1
AB label – pozice	11	Předšití v lici	1
Zapošití – nok	11	Stehy – délka	1
Dutinka – dlouhá	8	Stehy - viditelné v lici	1
Konce nití - neodstřižené	8	Dekoratивní šev – nedošitý	1
Stehy – volné	8	Dekoratивní šev – vypáraný	1
Řetízek – krátký	7	Dekoratивního šev – umístění	1
Zával	7	Dutinka – otočená	1
Podjetý šev	6	Isofix – pozice	1
Nedošitý kus	6	Komponent – chybí	1
Celkem			606

Červeně označené neshody představují 80% z celkového počtu neshod, tedy hlavní příčiny dle Paretova principu.

Neshody jsou dále přehledně vyobrazeny v následujícím Pareto grafu (viz. obrázek 16).



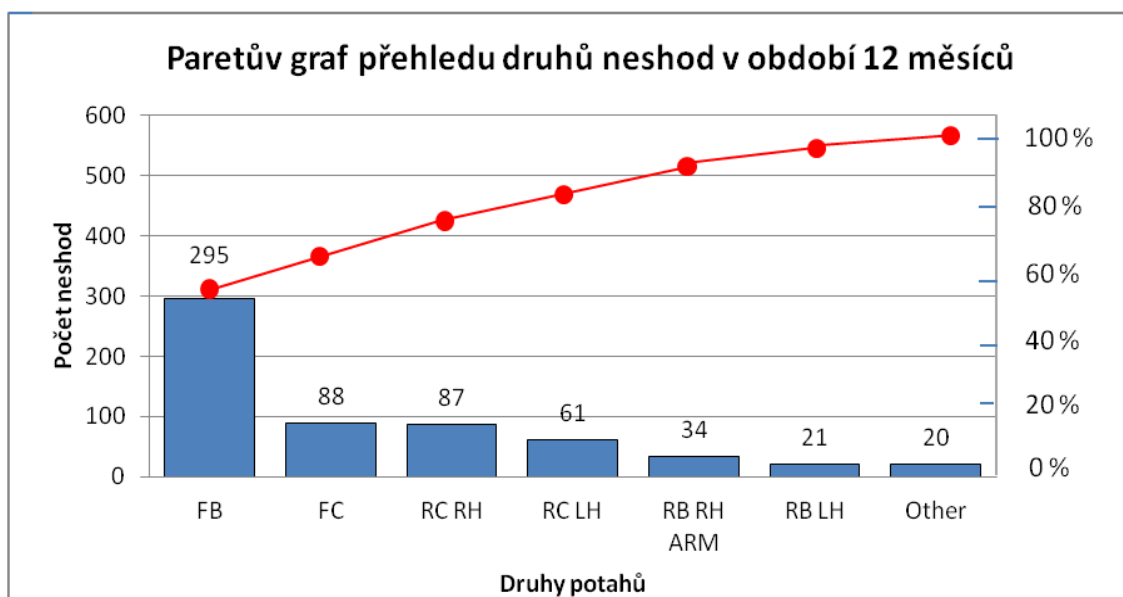
**Obrázek 16: Paretův graf přehledu typů neshod v období 12 měsíců**

Z grafu je patrné, že největší problém mají švadleny v šíři švu, což je 129 chybně ušitých potahů během dvanácti měsíců a tj. 21,3%. Další problém je v návaznosti cviku. Zde bylo 54 reklamací od zákazníka během dvanácti měsíců a tj. 8,9%. Třetí z nejzásadnějších vad je přesah materiálu. Poslední vada je vyčíslena 50 chybnými potahy během dvanácti měsíců, což je 8,25 %.

Po identifikaci typů neshod určíme, na kterém potahu se na dílně Škoda Octavia vyskytuje neshod nejvíce, což nám identifikuje následující tabulka 8 a hned vzápětí obrázek 17. Data jsou čerpána z téhož softwaru QM 2014.

**Tabulka 8: Přehled druhů neshod v období 12 měsíců**

Potahy	FB	FC	RC RH	RC LH	RB RH ARM	RB LH	Other	Celkem
Počet chyb	295	88	87	61	34	21	20	606
Počet chyb [%]	48,68	14,50	14,36	10,10	5,61	3,47	3,30	100



**Obrázek 17: Paretův graf přehledu druhů neshod v období 12 měsíců**

Z grafu snadno vyčteme, že nejvíce reklamací bylo kvůli stavu přední opěry (FB) a to 295 během dvanácti měsíců, což je 48,68%. Následuje počet neshod na předním sedáku (FC), který činí 88 reklamovaných kusů během šesti měsíců a tj. 14,5%. A jako třetí potah s nejvyšším počtem neshod označíme zadní sedák pravý (RCRH), kde neshody dosahují 87 reklamovaných kusů za šest měsíců, což je 14,36 %.

#### ▪ Identifikace typů neshod na jednotlivých směnách

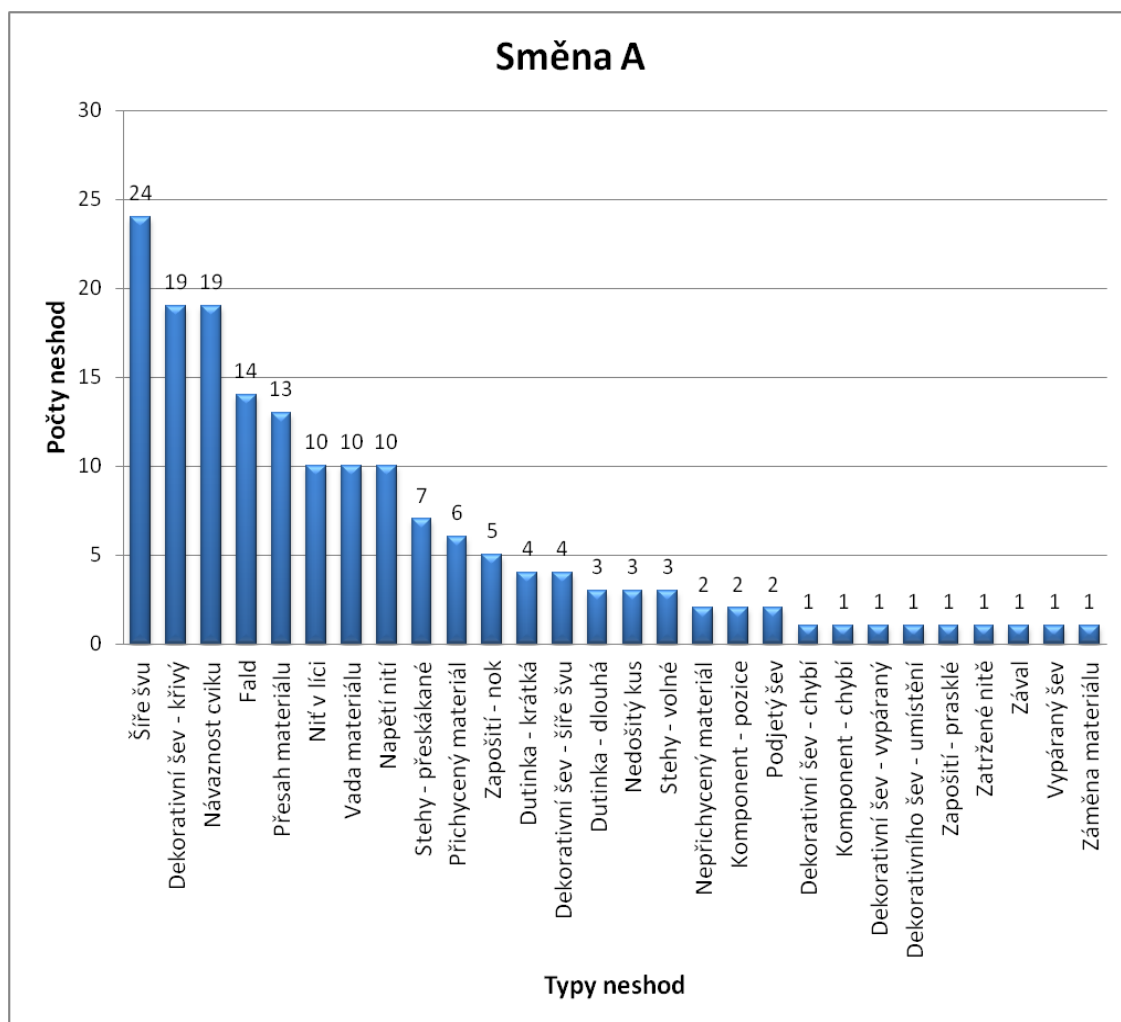
Následující tabulka 9 nám rozděljuje typy neshod dle jednotlivých směn A, B a C. Zjistíme tím, zda na nějaké směně není výraznější počet neshod, než na směně jiné a popřípadě se musí na směně zavést nápravná opatření. Červeně označené neshody představují 80% z celkového počtu neshod, tedy hlavní příčiny dle Paretova principu a to u každé směny zvlášť.

**Tabulka 9: Přehled typů neshod dle směn**

Směna A		Směna B		Směna C	
Šíře švu	24	Šíře švu	65	Šíře švu	40
Dekorativní šev – křivý	19	Návaznost cviku	21	Přesah materiálu	24
Návaznost cviku	19	Fald	19	Fald	15
Fald	14	Nit' v lici	17	Návaznost cviku	14
Přesah materiálu	13	Přichycený materiál	16	Vada materiálu	11
Nit' v lici	10	Přesah materiálu	13	Napětí nití	11
Vada materiálu	10	Dekorativní šev – křivý	13	Dutinka – krátká	8
Napětí nití	10	Komponent – pozice	11	Nit' v lici	7
Stehy – přeskákané	7	AB label – pozice	11	Řetízek – krátký	7
Přichycený materiál	6	Vada materiálu	11	Stehy – přeskákané	7
Zapošití – nok	5	Dutinka - přichycená do švu	10	Přichycený materiál	5
Dutinka – krátká	4	Křivý šev	4	Zával	5
Dekorativní šev - šíře švu	4	Napětí nití	3	Konce nití – neodstřižené	5
Dutinka – dlouhá	3	Konce nití - neodstřižené	3	Podjetý šev	4
Nedošitý kus	3	Stehy – přeskákané	3	Chybí razítko "isofix checked"	4
Stehy – volné	3	Nepřichycený materiál	3	Zapošití – nok	4
Nepřichycený materiál	2	Stehy – volné	3	Dutinka – dlouhá	3
Komponent – pozice	2	Zapošití – chybí	2	Dekorativní šev – křivý	2
Podjetý šev	2	Zapošití – nok	2	Zatržené nitě	2
Dekorativní šev – chybí	1	Špatně provedena oprava	2	Nedošitý kus	2
Komponent – chybí	1	Dutinka – dlouhá	2	Záměna materiálu	2
Dekorativní šev – vypáraný	1	Dutinka – krátká	2	Stehy – volné	2
Dekorativního šev – umístění	1	Dutinka – otočená	1	Vypáraný šev	1
Zapošití – prasklé	1	Návaznost křížových švů	1	Návaznost křížových švů	1
Zatržené nitě	1	Nedošitý kus	1	Dekorativní šev – nedošitý	1
Zával	1	Stehy – délka	1	Dekorativní šev – chybí	1
Vypáraný šev	1	Zapošití – prasklé	1	Isofix – pozice	1
Záměna materiálu	1	Zatržené nitě	1	Komponent – pozice	1
Celkem	169	Zával	1	praskl šev	1
		Stehy - viditelné v lici	1	Přešití v lici	1
		Celkem	244	Dutinka - přichycená do švu	1
				Celkem	193

Pro přehlednější vyjádření si typy neshod představíme v následujících Pareto grafech rozdělených dle směn A, B a C.

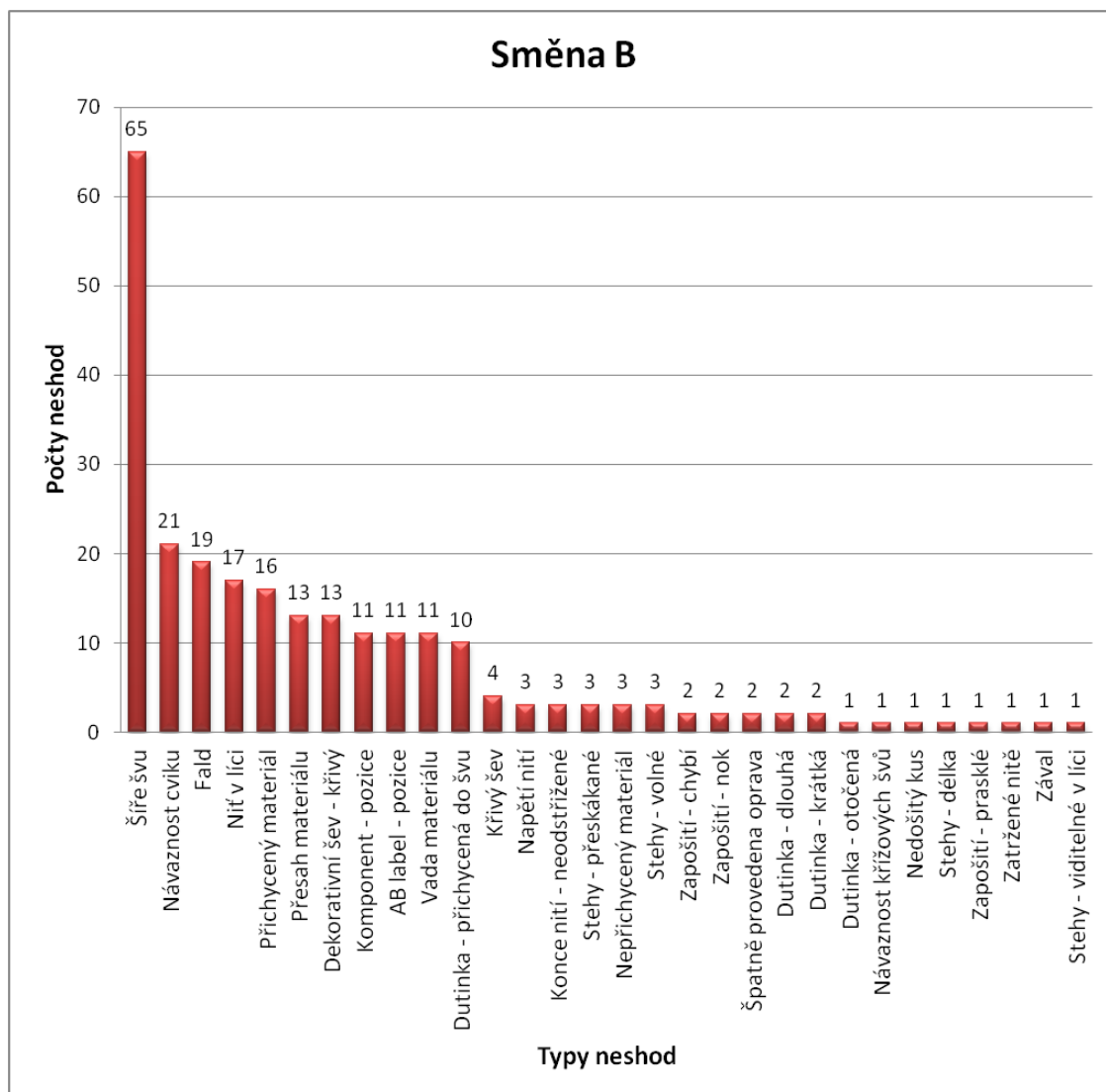
- Směna A



**Obrázek 18: Pareto graf přehledu druhů neshod na směně A**

Na směně A mají největší problém se šíří švu, dále s křivostí dekorativního švu a návazností cviků.

- Směna B

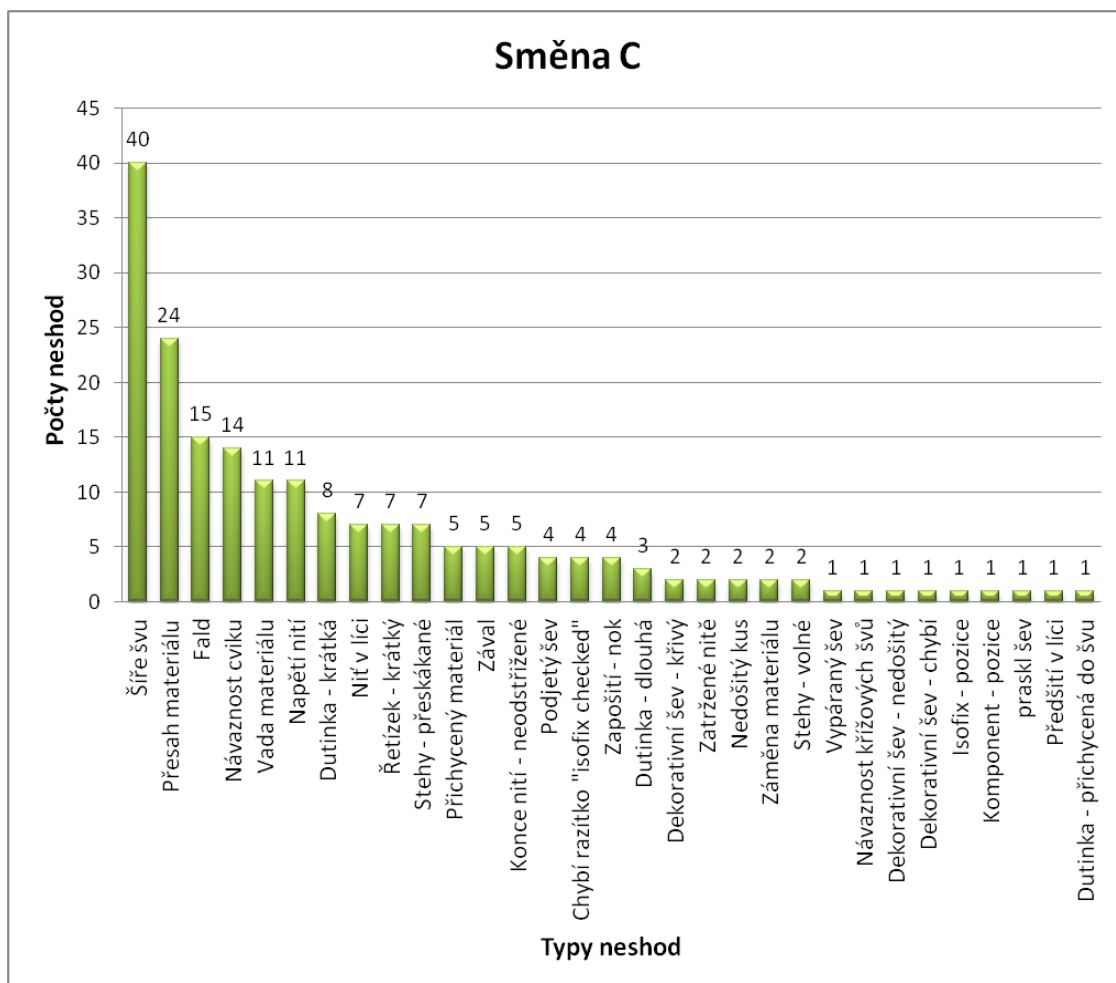


**Obrázek 19: Pareto graf přehledu druhů neshod na směně B**

Na směně B mají největší problém také se šíří švu, dále s návazností cviků a s faldy.



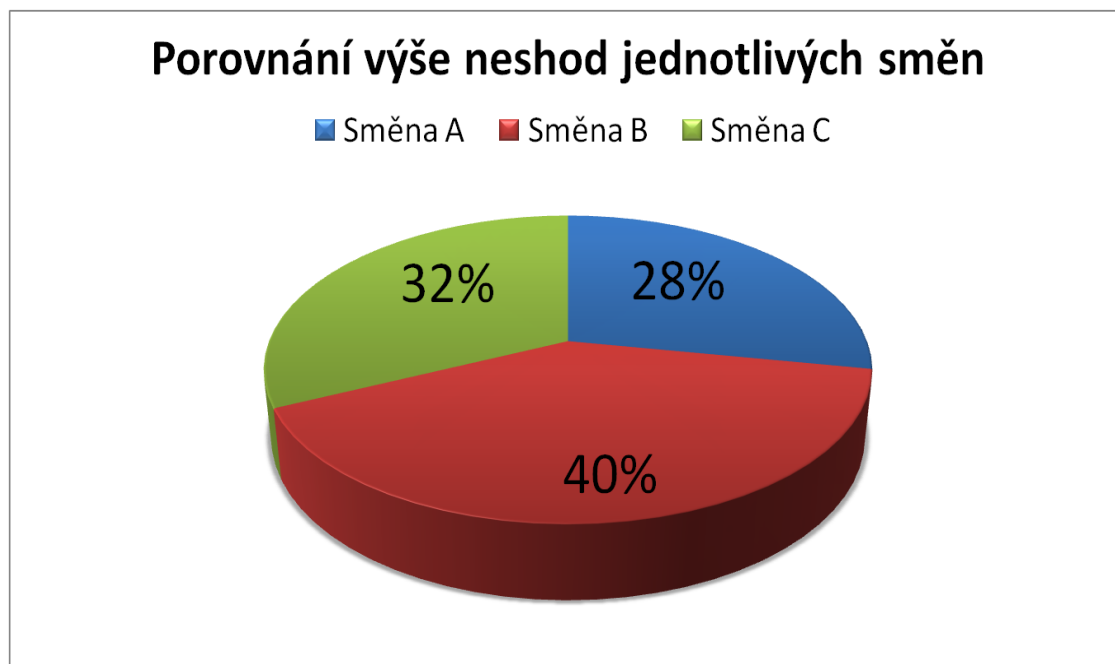
- Směna C



**Obrázek 20: Pareto graf přehledu druhů neshod na směně C**

Na směně C mají největší problém také s šíří švu, dále s přesahem materiálu a s faldy.

Následující graf nám vyobrazuje procentuelní rozdělení dle směn.



**Obrázek 21: Koláčový graf procentuelního rozdělení výše neshod dle směn**

Z grafu je zřejmé, že nejvíce neshod vzniká na směně B. Rozdíly mezi směnami, však nejsou natolik výrazné, abychom mohli s určitostí říci, že musíme zavést nápravná opatření právě jen na směně B. Vysoký počet neshod je problém celé buňky a není nijak výrazně ovlivněn právě jednou směnou.

#### ▪ **Ověření normality**

Dalším krokem je ověření normality a posléze ověření způsobilosti procesu. Způsobilost procesu je druh statistického odhadu, který určuje, jak proces plní a bude plnit specifikace dnes a zejména v budoucnu. Přístup k hodnocení způsobilosti procesu záleží na typu použitých dat. Nyní je potřeba určit, zda pracujeme s daty normálními či nenormálními. Ačkoliv pracujeme s daty atributivními, platí, že pokud je splněna podmínka, že průměr z rozsahu výběru  $n$  je větší nebo roven 9, je možné Poissonovo rozdělení aproximovat normálním rozdělením, viz. Tošenovský, Statistické metody pro zlepšování jakosti. [14]

K dispozici je počet neshod za období 24 týdnů tedy  $n = 24$  (viz. tabulka 10).

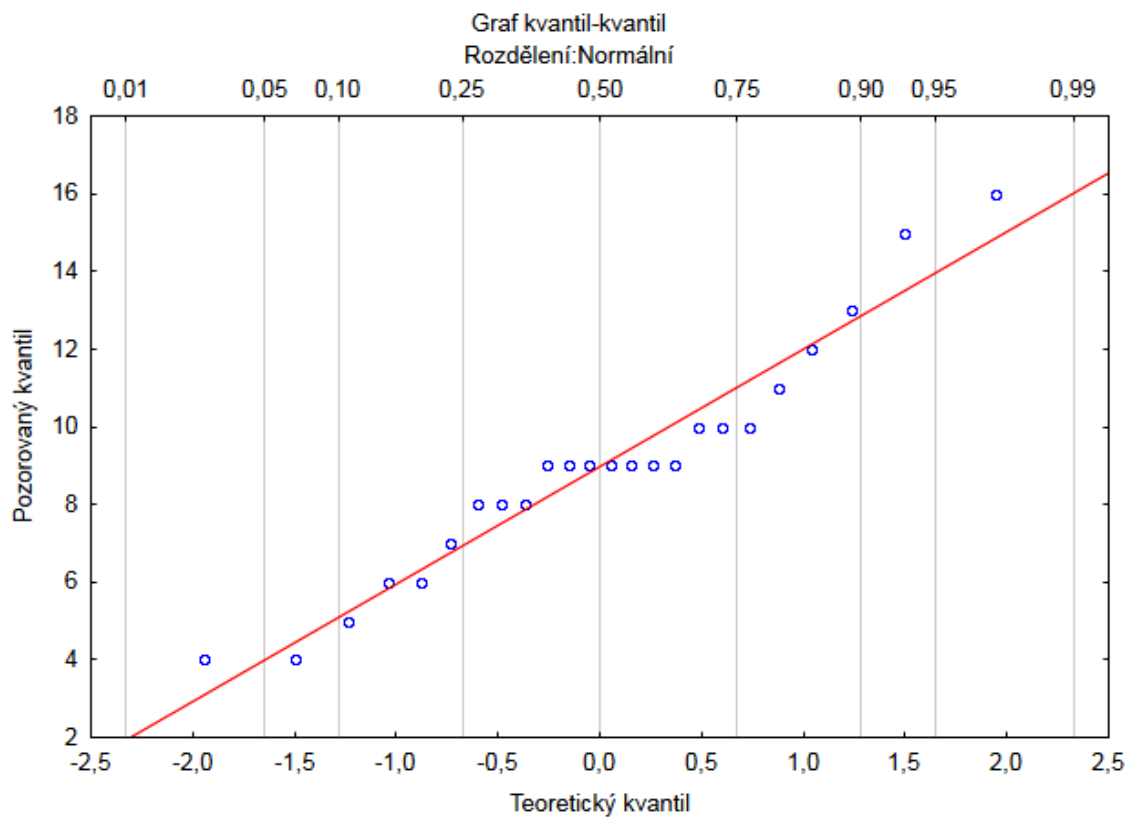
**Tabulka 10: Počty neshod v období 24 týdnů**

Týden (n)	Počty neshod	Týden (n)	Počty neshod
1	10	13	16
2	8	14	9
3	8	15	5
4	6	16	12
5	10	17	10
6	9	18	13
7	9	19	7
8	11	20	9
9	9	21	8
10	6	22	9
11	4	23	4
12	15	24	9
Celkem			216

Celkem je to 216 chyb za 24 týdnů, tj. 36 chyb za měsíc a tj. 9 chyb týdně.

Průměr počtu neshod za 24 týdnů je 9 a podmínka k umožnění aproximace Poissonova rozdělení normálním rozdělením je tedy splněna.

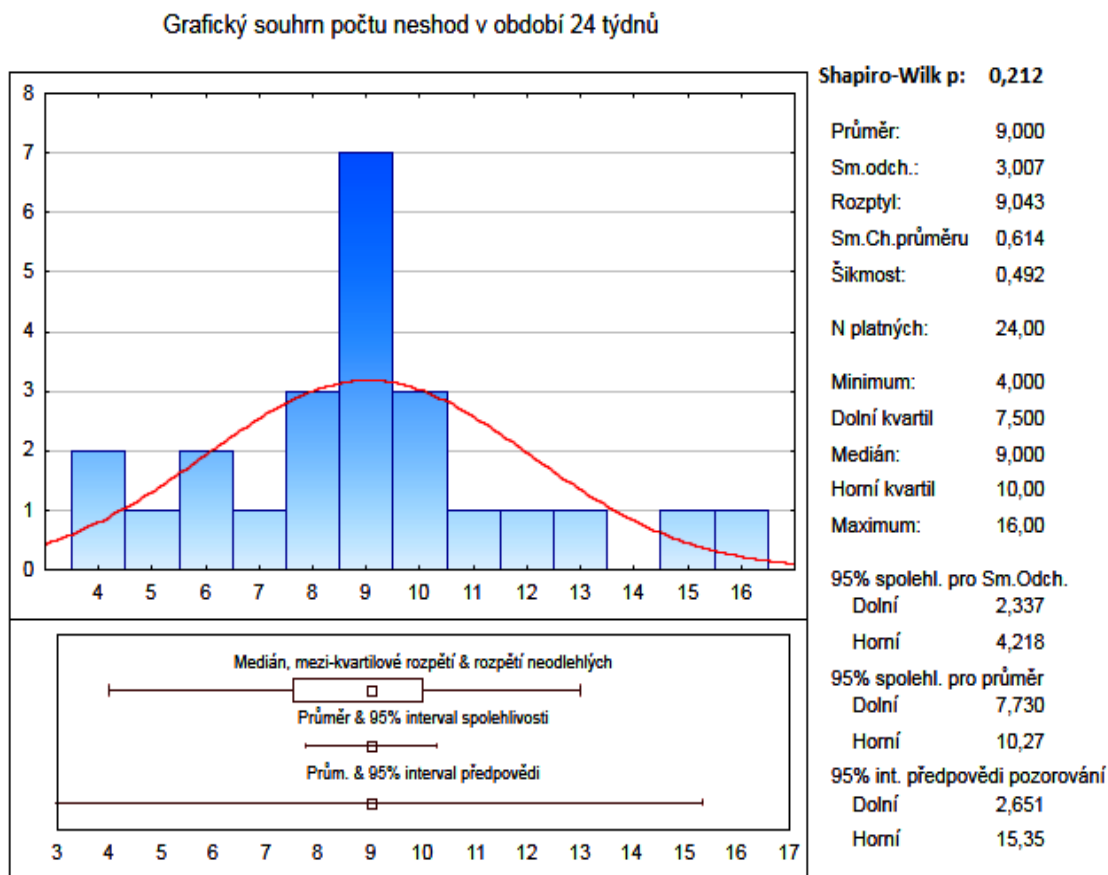
Pro ověření normality použijeme pravděpodobnostní graf typu Q-Q (kvantil-kvantil graf), který je založen na porovnávání kvantilů teoretického rozdělení a naměřených kvantilů. Jde tedy o jednoduché porovnání toho, co očekáváme s tím, co je naměřeno v datech. Z tvaru Q-Q grafu se dá posoudit symetrie, špičatost, normalita, homogenita výběru. Hlavní využití nachází v posouzení normality souboru dat.



**Obrázek 22: Q-Q graf**

Z Q-Q grafu vyčteme, že se jedná o normální rozdělení, protože body leží okolo přímky, jelikož teoretické a pozorované kvantily jsou si blízké. Jde o to vizuálně posoudit, zda jsou body blízko přímky, či na přímce. Pokud ano, jedná se o normální rozdělení, jako v našem případě.

Následující souhrn graf (viz. obrázek 23) ukazuje podrobné charakteristiky dat.



**Obrázek 23: Grafický souhrn počtu neshod v období 24 týdnů po zavedení nápravných opatření**

Charakteristiky dat, které nás zajímají, pokud se jedná o normální distribuci, jsou směrodatná odchylka = 3,007 a průměr (= median) = 9. Můžeme si znovu ověřit normalitu dat pomocí Shapiro-Wilkova testu normality. Pokud je p-value > 0.05, data jsou normální, pokud je p-value < 0.05, data jsou nenormální. V tomto případě z grafu vyčteme, že p-value je 0,212, je tedy větší než 0.05, pracujeme tedy s daty normální distribuce.

Pro lepší orientaci si shrneme veškeré podstatné charakteristiky dat plynoucí z předešlého grafu. Jsou to následující: tvar (histogram), středová tendence (průměr, median) a odchylka (směrodatná odchylka, rozptyl, rozpětí). Charakteristiky vyjadřující, jak jsou data kolem střední hodnoty rozptýlena. Pokud je variabilita malá,

znamená to, že všechna naměřená čísla leží blízko sebe a jsou si tedy navzájem podobná. Pokud je variabilita velká, signalizuje to velké vzájemné odlišnosti. Pokud je nulová, jsou všechna naměřená čísla stejná.

**Tabulka 11: Charakteristiky polohy dat**

Charakteristiky polohy dat	Průměr	Median
Data	9	9

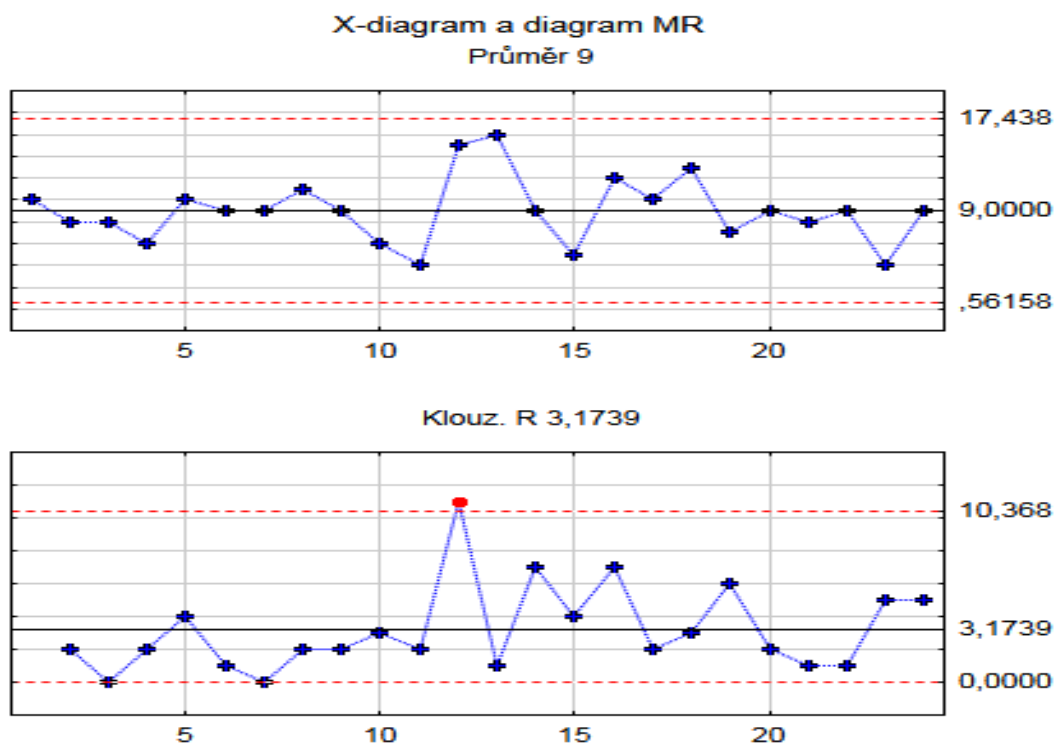
**Tabulka 12: Charakteristika variability dat**

Charakteristiky variability dat	Směrodatná odchylka	Rozptyl	Rozpětí
Data	3,007	9,043	12

#### ▪ Ověření stability procesu

Pomocí následujících regulačních diagramů posoudíme statistickou zvládnutelnost procesu. Pokud je proces statisticky zvládnutelný, řídíme se ukazatelem Cpk, pokud statisticky zvládnutelný není, řídíme se ukazatelem Ppk.

X-diagramem sledujeme počet neshod, který nám určuje polohu. Zde se použijí počty neshod z období 24 týdnů (viz. tabulka 10). Diagramem MR (klouzavé rozpětí), sledujeme variabilitu. Zde se používá rozpětí mezi dvěma po sobě následujícími hodnotami. Kde první hodnota se nedefinuje.



**Obrázek 24: Regulační diagramy X a MR**

Centrální linka x-diagramu představuje průměr neshod, tzn. 9. Centrální linka diagramu MR představje průměrný rozsah tzn. 3.1739.

X-diagram výpočet CL, UCL, LCL:

$$CL_x = 9$$

$$UCL_x = CL + 3 \cdot R/d_2$$

$$UCL_x = 9 + 3 \cdot 3,1739/1,128 = 17,438$$

$$LCL_x = 9 - 3 \cdot 3,1739/1,128 = 0,56158$$

Diagram MR výpočet CL, UCL, LCL:

$$CL_R = 3,1739$$

$$UCL_R = D_4 \cdot R$$

$$UCL_R = 3,269 \cdot 3,1739 = 10,368$$

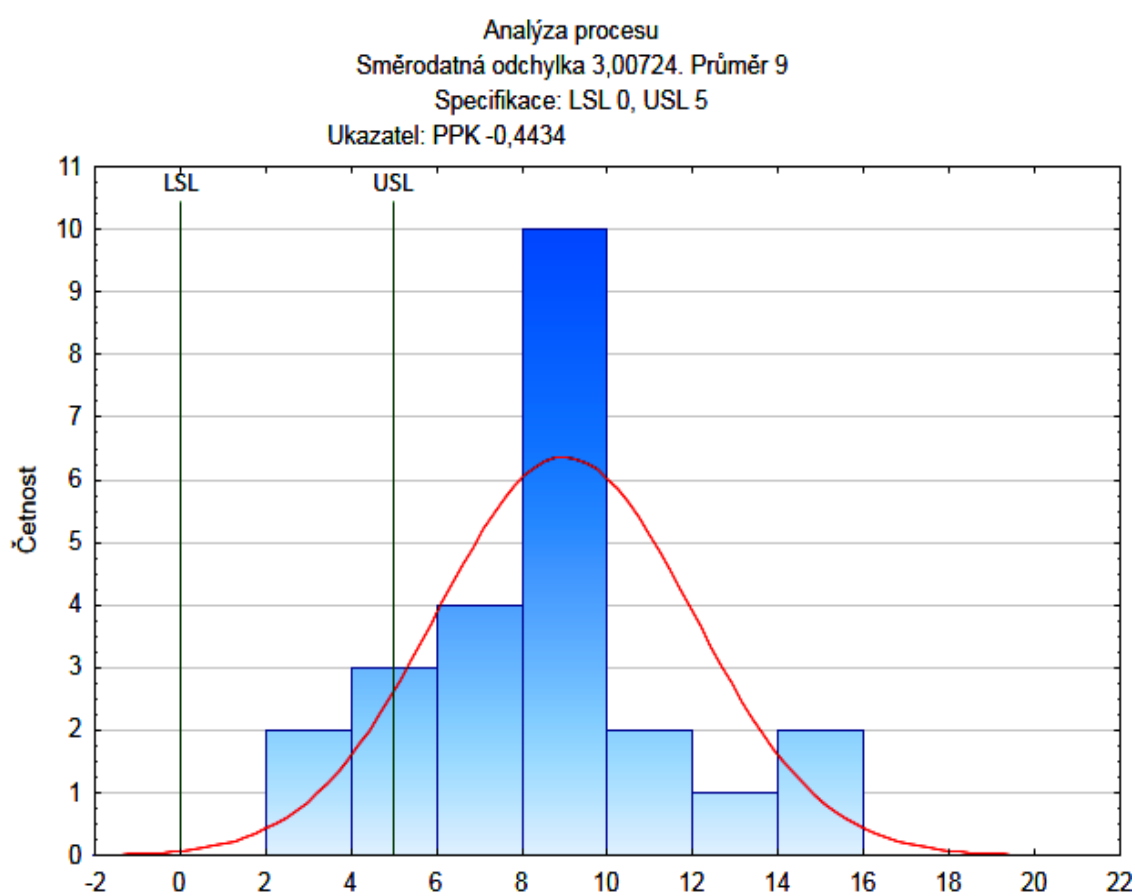
$$LCL_R = D_3 \cdot R$$

$$LCL_R = 0 \cdot 3,1739 = 0$$

Diagram MR ukazuje bod mimo kontrolní limity. Z obrázku vyplývá, že proces není stabilní, protože v jednom bodě jsme se dostali mimo kontrolní limity.

#### ▪ Analýza způsobilosti procesu

Způsobilost procesu nám vypovídá o nastavení procesu do takového stavu, že může trvale poskytovat produkty v požadované kvalitě. Pro zjištění způsobilosti procesu šití se muselo vyhovět požadavkům zákazníka. Zákazník požaduje maximálně 5 NOK za týden. Horní toleranční mez je tedy 5 a dolní toleranční mez je 0.



Obrázek 25: Analýza procesu

Z důvodu nestability procesu se řídíme ukazatelem Ppk, který vyšel v hodnotě -0,4434. Záporné znaménko nám značí, že proces je mimo regulační meze a produkuje vysoký počet neshod.



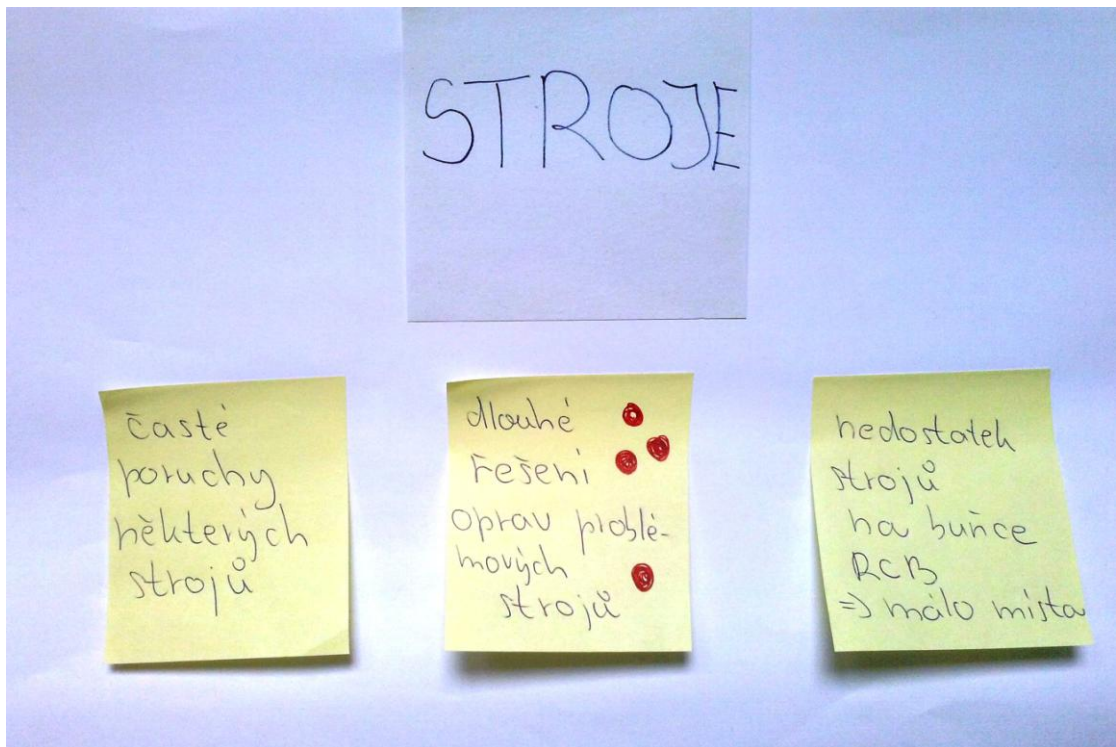
Z obrázku je viditelné, že proces není příliš způsobilý, protože značná část nshod se nachází mimo stanovené meze. Platí, že čím je ukazatel způsobilosti, v tomto případě Ppk vyšší, tím je proces způsobilejší. V našem případě je ukazatel dokonce záporný, tedy velmi nízký. Abychom dosáhli lepší způsobilosti procesu, musíme snížit počet vadných výrobků za měsíc a tím zvýšit index způsobilosti Ppk.

### **5.3.3 Analýza**

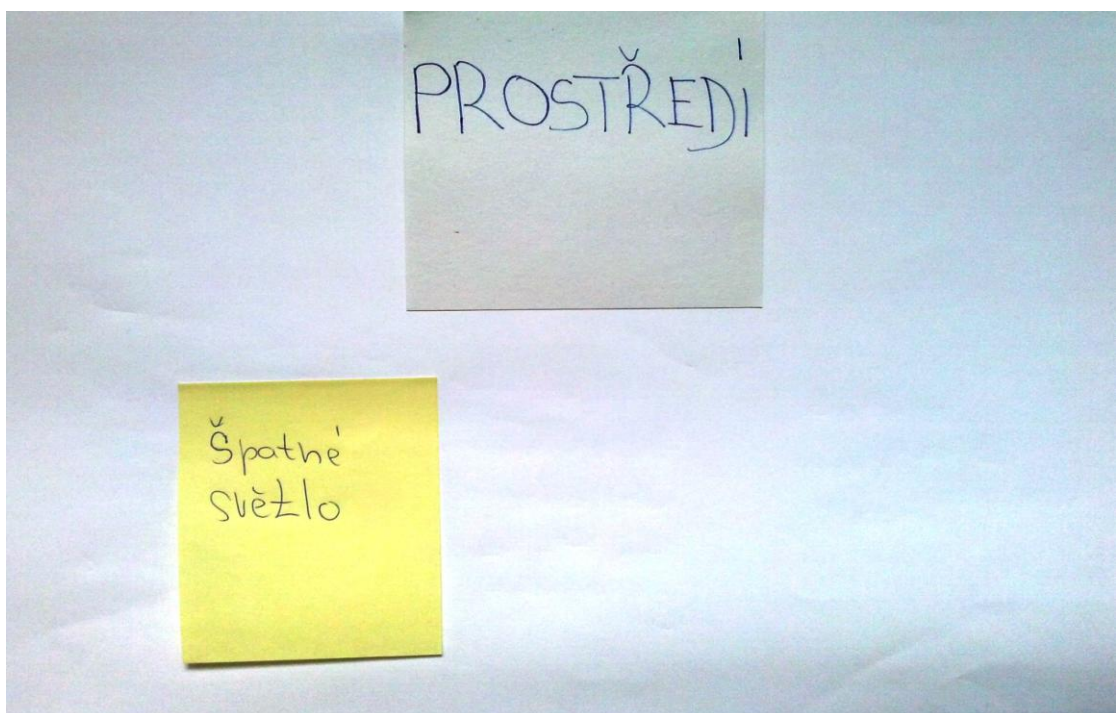
Další fází metody DMAIC je analýza. Základem fáze analýza je identifikovat hlavní příčiny problému a potvrdit jejich přítomnost pomocí vhodně zvoleného nástroje pro analýzu dat. Úkolem je najít prostor pro zlepšení a zabezpečit, aby se problém neopakoval.

#### **▪ Brainstorming a sestavení Ishikawova diagramu**

Pro sestavení kořenových příčin problému byl svolán jeden z nástrojů řízení jakosti Brainstorming, při kterém vyjádřili zaměstnanci úseku výroby (švadleny, mechanici, údržbáři, mistři), technologové, process manažeři své názory a postřehy. Protože některé názory byly totožné, pouze formulované jinými slovy, papírky se označily červenými tečkami, které vyjadřují, kolikrát byl názor řečen. Čím více červených teček, tím důležitější problém. Brainstorming je základ pro Ishikawův diagram.



**Obrázek 26: Brainstorming – Stroje**

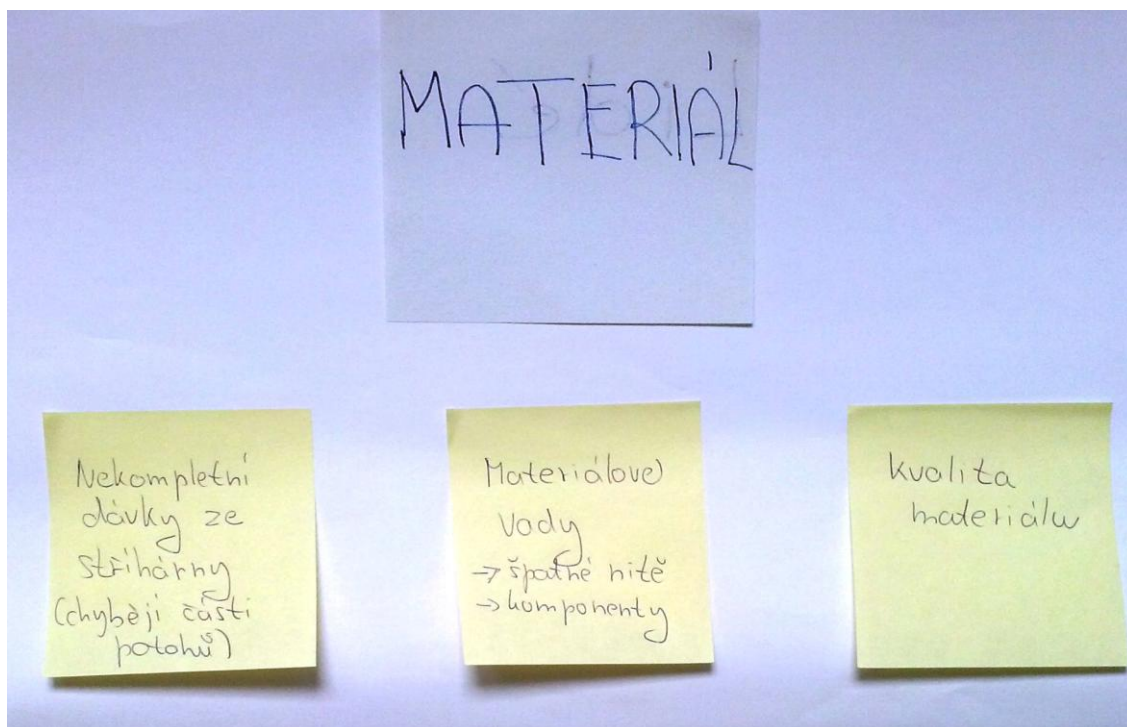


**Obrázek 27: Brainstorming – Prostředí**

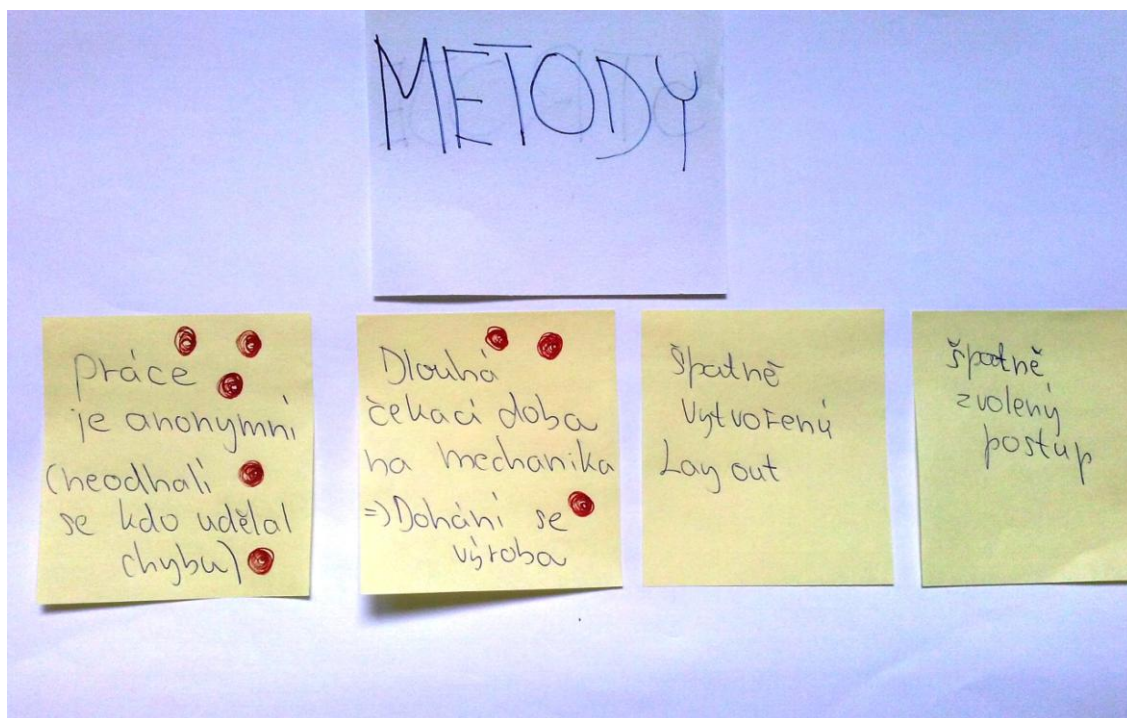


Obrázek 28: Brainstorming – Lidé

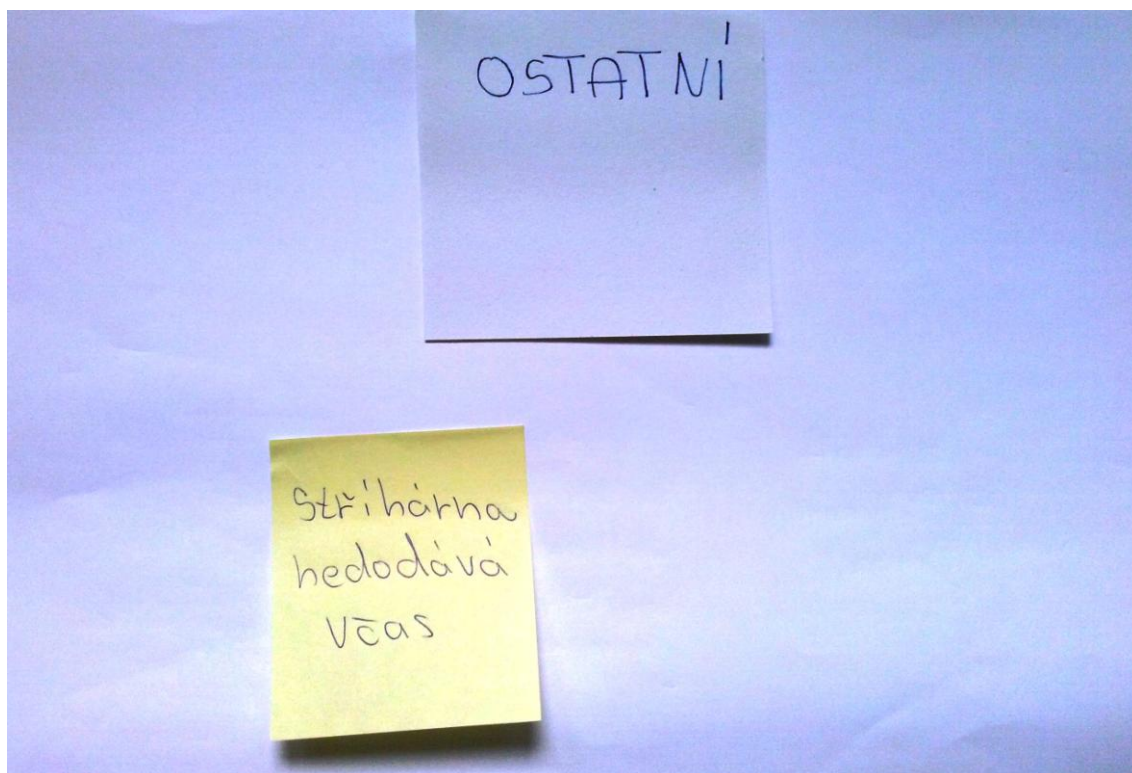




**Obrázek 29: Brainstorming – Materiál**



**Obrázek 30: Brainstorming - Metody**



**Obrázek 31: Brainstorming – Ostatní**

V následující tabulce 13, jsou shrnuty body (problémy) projednávané při brainstormingu. K problémům jsou přiřazena možná vhodná opatření.

**Tabulka 13: Problémy a opatření**

<b>Problém</b>	<b>Opatření</b>
Lhostejnost některých švadlen.	Lepší motivace - osobní ohodnocení, sankce.
Práce je anonymní.	Zavádění razítek – označení, která švadlena pracovala na potahu. Razítka zamítnuty vedením, nahradí je barevné voskovky – každá švadlena má svou barvu. Označí barvou štítek potahu, který šila.
Neprobíhá samokontrola operátorů.	Lepší zaškolování švadlen. Průběžné kontroly švadlen ze strany mistrů. Stále průběžně upozorňovat švadleny, aby prováděly samokontrolu.
Dlouhé řešení problémových strojů.	Zkrátit na nejnižší možný čas. Zodpovědná osoba je vedoucí údržby.
Časté opravy.	Sledování poruchových strojů. Průběžná kontrola, nejen až se vyskytne problém. Zkvalitnění oprav. Zodpovědná osoba je vedoucí údržby.
Dlouhá čekací doba na mechanika - dohání se výroba.	Minimalizovat časovou prodlevu. Zodpovědná osoba je vedoucí údržby.
Nedodržování plánu jakosti, pracovního postupu a Layoutu	Větší důraz při zaškolování nových švadlen na dodržení. Zjednodušit.
Hodně půjčených švadlenek.	Rozdíly mezi směnami v počtu lidí. Nedostatek švadlen – zaplnit volná pracovní místa. Řešení s personálním oddělením.
V buňkách chybí kartičky k označení špatného kusu.	OK, kartičky dodělaný.
Neznalost tolerancí.	Ke každému stroji vyvěsit tolerance. Vyvěsit katalogy se vzory. Musí být jasně viditelné, jak má jaký šev vypadat. Musí být jasně zřejmé, jaké jsou tolerance. Mistři pohlídají.
Rotace nových švadlen. Nedostatek 100% švadlen (100% švadleny zaučují nové švadleny – únava, nepozornost, nekvalitně odvedená práce).	Lepší zaškolení švadlen. Vstupní testy + vizualizace pracovního postupu. Školící kurzy před nástupem nových švadlen na buňky.
Únava švadlen díky šití několika těžkých modelů po sobě.	Možnost prohazování dávek. Těžší modely na šití musí být prokládány lehčími modely.
Spěch švadlen.	Pohlídají mistři.
Špatné nitě, komponenty.	Pohlídat. Lepší kontrola při přípravě buněk.
Špatný postup.	Zlepšit postup.
Nedostatek strojů RCB z důvodu málo místa.	Upravení Layoutu.
Nekompletní dávky ze stříhárný.	Švadleny začnou sledovat jak často a kdo jim nekompletní dávku předává.

Špatné světlo.	Zlepšit – vedoucí údržby.
Pozdní dodání vystřižených dílů.	Snížit časovou prodlevu na minimum.

Poté co se pomocí brainstormingu vyjádřili příčiny a v tabulce navrhli možná opatření, sestrojí se Ishikawův diagram.

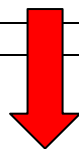


Obrázek 32: Ishikawův diagram

#### ▪ 5x Proč?

Dalším nástrojem či metodou, která je použita pro odhalení skutečné základní příčiny je metoda 5x proč. Rozpoznání základní příčiny je nezbytné k jejímu odstranění a tím k odstranění jejích nežádoucích důsledků. Praxe ukázala, že kladením za sebou zřetěžených otázek (může být pět, ale i nemusí), na jejichž počátku je vždy „Proč?“, stačí k odfiltrování příčin, které nejsou základní. Dva nejzásadnější problémy odhaleny brainstormingem jsou „Nedodržování plánu jakosti (PJ), pracovního postupu (ODS), Layoutu“ a „Nedostatek 100% švadlen – vysoký počet neshod u tréninkových švadlen“. Plán jakosti definuje správnost ušitých potahů, tedy aby byly pokládány za OK. Pracovní postup definuje především informace o tom, jak správně potahy sešívát k sobě a s jakými tolerancemi. Layout jde rozvržení buňky (viz. obrázek 12), kde musí být jasně definováno pořadí strojů, na kterých se šije a to pro každý model zvlášť.

<b>Proč?</b>	<b>Proč švadleny nedodržují PJ, ODS, Layout?</b>
	Dodržují, ale dle PJ, ODS, Layoutu špatně proces provádí.
<b>Proč?</b>	<b>Proč nesprávně provádí?</b>
	Protože se pořádně nevyznají v PJ, ODS, Layout?
<b>Proč?</b>	<b>Proč se nevyznají?</b>
	Protože nejsou k dispozici přehledné, pochopitelné verze.
<b>Proč?</b>	<b>Proč nejsou?</b>
	Protože je natolik přehledně nikdo nevytvořil.
<b>Proč?</b>	



Švadleny nemají k dispozici přehledný, pochopitelný postup k dodržování PJ, ODS, Layoutu.

**Obrázek 33: 5x Proč - nedodržování plánu jakosti (PJ), pracovního postupu (ODS), Layoutu**

<b>Proč?</b>	<b>Proč je velká chybovitost tréninkových švadlen?</b>
	Protože je na ně příliš mnoho informací - po dobu v tréninku.
<b>Proč?</b>	<b>Proč je na ně příliš mnoho informací?</b>
	Protože jsou to všechno důležité informace pro vstup na šicí dílnu a švadleny se je dozvídají v relativně krátkém čase.
<b>Proč?</b>	<b>Proč musí být všechny tyto informace řečeny?</b>
	Protože každá z informací je velmi důležitá, bez znalosti nemůže švadlena na šicí dílnu.
<b>Proč?</b>	<b>Proč jsou to důležité informace?</b>
	Aby se vyrábělo kvalitně.
<b>Proč?</b>	<b>Proč je čas tréninku tak krátký?</b>
	Protože je nedostatek švadlen. Švadleny se potřebují rychle zaškolit a poslat na šicí dílny.



Nové švadleny si nejsou vědomi důležitosti kvality výrobku na konci tréninku. Je potřeba prodloužit čas samotného tréninku.

**Obrázek 34: 5x Proč – nedostatek 100% švadlen, vysoký počet neshod u tréninkových švadlen**

Pomocí nástroje 5x proč jsme se dobrali k jádrům problémů. Protože švadleny nemají k dispozici pro ně pochopitelný, přehledný plán jakosti, pracovní postup a Layout, dochází tak k vysokému počtu neshod. Závěr z 5x proč je tedy takový, že kompetentní



osoba musí přepracovat zmíněné postupy tak, aby se pro švadleny staly srozumitelné. Jelikož jsme již dříve určili, že nejvyšší počet neshod je v šíři švu, přesahu materiálu a v dekorativním švu, tvůrci postupů se zaměří zejména na přesnější a jednodušší specifikaci těchto druhů vad. Mistrové budou zejména tyto úkony na buňkách mnohem častěji kontrolovat a novým švadlenám se pokusí co nejvíce pomoci.

Druhý zásadní problém týkající se vysokého počtu neshod na potahách ušitých novými švadlenami, se díky 5x proč osvětlil také. Švadleny postupují trénink před tím, než mohou přímo do výroby. Doba tréninku každé švadleny trvá většinou 14 dní. Na konci tréninku každá švadlena vykonává test. Pokud jej splní na požadovaný počet bodů, odchází do výroby, pokud test nesplní, má ještě jednu možnost na opakování testu, pokud ani po druhé nesplní, přichází o místo. Rozřešením problému týkající se vysokého počtu neshod na potahách ušitých novými švadlenami je, že švadleny si nejsou vědomé důležitosti kvality výrobků na konci jejich tréninku. Čas tréninku je třeba prodloužit, aby informace získané na tréninku mohly švadleny lépe vstřebávat a nedostaly jich velké množství najednou. Opět je zapotřebí zaměřit se v tréninku na šíři švu, přesah materiálu a dekorativní šev.

#### **5.3.4 Výsledky analýzy**

Základem analýzy je identifikovat problémy a vymyslet nápravná opatření, která pomocí vhodných nástrojů pomohou najít prostor pro zlepšení a zabezpečit tak, aby se problém již neopakoval.

Pro sestavení kořenových příčin byl svolán brainstorming, při kterém zaměstnanci vyjádřili své názory, připomínky a nápady. Ke všem problémům plynoucím z brainstormingu byly přiřazeny návrhy na opatření a posléze vytvořen Ishikawa diagram.

Dva nejzásadnější problémy odhaleny brainstormingem jsou „Nedodržování plánu jakosti (PJ), pracovního postupu (ODS), Layoutu“ a „Nedostatek 100% švadlen – vysoký počet neshod u tréninkových švadlen“. Dalším použitým nástrojem pro odhalení skutečné

základní příčiny je metoda 5x proč, díky které jsme zjistili, proč dochází k těmto dvěma nejzásadnějším problémům, které mají za následek vysoký počet neshod.

První zásadní problém: „Nedodržování plánu jakosti (PJ), pracovního postupu (ODS), Layoutu“ – díky metodě 5x proč jsme se dostali k jádru tohoto problému. Švadleny bohužel nemají k dispozici přehledný, pochopitelný postup k dodržování PJ, ODS, Layoutu a proto nové švadleny, ale i některé stále švadleny nevědí, jak mají pořádně vypadat bezchybné výrobky. Vzniká tak vysoký počet neshod. Řešením toho problému je, že kompetentní osoba musí přepracovat zmíněné postupy tak, aby se pro švadleny staly srozumitelné – tzv. katalogy nápravných opatření. Dříve se určilo, že nejvyšší počet neshod je v šíři švu, přesahu materiálu a v dekorativním švu, tvůrci postupů se zaměří zejména na přesnější a jednodušší specifikaci těchto druhů vad a mistrové budou zejména tyto úkony na buňkách mnohem častěji kontrolovat a novým švadlenám se pokusí co nejvíce pomoci.

Druhý zásadní problém: „Nedostatek 100% švadlen – vysoký počet neshod u tréninkových švadlen“ - švadleny si bohužel nejsou vědomé důležitosti kvality výrobků na konci jejich tréninku. Je potřeba vylepšit závěrečný test, při přechodu švadlem z tréninku do výroby, aby si společnost byla jistá, že posílá do výroby opravdu kvalitně proškolené švadleny. Také je zapotřebí prodloužit čas tréninku. Švadleny dostávají ohromný přísun informací během relativně krátké doby a nejsou schopny tyto informace řádně vstřebat a posléze s nimi kvalitně pracovat. Opět je zapotřebí zaměřit se v tréninku na šíři švu, přesah materiálu a dekorativní šev a zaměřit se na to, aby švadleny prováděly předepsanou samokontrolu.

### 5.3.5 Zlepšování

Na základě příčin určených na Brainstormingu se pro každou šicí dílnu vytvořil přehledný srozumitelný katalog pod názvem „Katalog nápravných opatření“ obsahující plán jakosti, pracovní postup, Layout. Katalog jasně definuje veškeré postupy tak, aby byly jasně a zřetelně pochopitelné pro všechny zaměstnance. „Katalog nápravných opatření“ se zavedl v celé firmě a je k dispozici u každé buňky. (viz. obrázek 35 ) Bohužel kvůli know-how firmy nemůže být katalog zveřejněn v celém znění. V přílohách naleznete ukázkou části katalogu nápravných opatření (příloha A).



Obrázek 35: Katalog nápravných opatření

Dalším opatřením vytvořeným na základě brainstormingu a metody 5x proč je změna „Závěrečného testu při odchodu z tréninku do výroby“. (viz. obrázek 36) Test byl rozšířen o následující otázky, aby se do větší hloubky zjistilo, zda švadleny ocházejí na dílnu opravdu adekvátně připraveny.

1. Co je TPM? Vysvětlení postupu a názorná ukázka kompletního vyplnění.
2. Víte, co je šicí vzorek a k čemu slouží ? Kde ho naleznete ?
3. Co je Plán Jakosti a kde je umístěn ? Co všechno najdete v Plánu Jakosti? Předvedení vyhledání určené specifikace/tolerance a frekvence kontroly.
4. Co je samokontrola ? Názorné předvedení kontroly NOK kusu.
5. Jak postupujete při opravě ? Způsob provedení opravy. Použil operátor kartičku ?
6. Kdy používáte měřítko ? Přeměření šíře švu. Přeměření návaznosti cviku. Celkové zacházení s měřítkem.
7. Co je katalog trvalých nápravných opatření ? Kde ho naleznete ? Orientace operátora v katalogu.

Přechod švadleny z tréninku do výroby schvaluje nově auditor a doba tréninku švadlen se o týden prodloužila. Mají tedy více času vstřebat důležité informace.

ZÁVĚREČNÝ TEST PŘI PŘECHODU Z TRÉNINKU DO VÝROBY					
Příjmení:		Jméno:		Osobní číslo:	
Byznys:		Model:		Polštář:	
Č.	Popis	A T	OK	NOK	Poznámka-Vyjádření hodnotitele
1	Kvalita šití	T			
2	Čas ušití	T			
3	Jaký je správný postoj u stroje a výška stolu?	T			
4	Co je one piece move?	T			
5	Co je lay-out?	T			
6	Co je TPM? Vysvětlení postupu a názorná ukázka kompletního vyplnění (návlek cívky).	A			
7	Kdo je zodpovědný za bezpečnost a kvalitu výrobku ?	T			
8	Víte, co je šicí vzorek a k čemu slouží ? Kde ho naleznete ?	T			
9	Co je Plán Jakosti a kde je umístěn ? Co všechno najdete v Plánu Jakosti? Předvedení vyhledání určené specifikace/tolerance a frekvence kontroly.	A			
10	Co je samokontrola ? Názorné předvedení kontroly NOK kusu.	A			
11	Jak postupujete při opravě ? Způsob provedení opravy. Použil operátor kartičku ?	A			
12	Kdy používáte měřítko ? Přeměření šířě švu. Přeměření návaznosti cviku. Celkové zacházení s měřítkem.	A			
13	Co je katalog trvalých nápravných opatření ? Kde ho naleznete ? Orientace operátora v katalogu.	A			
14	Je operátor způsobilý pro sériovou výrobu ?	ANO NE		Podpis trenérky/auditora:	
V případě 1 x a více NOK hodnocení či hodnocení způsobilosti NE, musí být operátor znovu proškolen !!!					
15	Byl operátor znovu proškolen a prokázal dostatečnou způsobilost ?	ANO NE		Podpis trenérky:	
V případě, že bod 14 je NE, musí být proveden a vyplněn bod 15. Pokud není vyplněno, operátor nesmí opustit trénink !!!					
16	Souhrnné hodnocení :				
Podpis trenérky:		Podpis Auditora:			
Podpis operátora:		Datum:			
		Vysvětlivky:		Vyplňuji se pouze šedá pole	
			X	OK/NOK a ANO/NE se vyplňuje "X"	

Obrázek 36: Závěrečný test při odchodu do výroby

Po zavedení nápravných opatření se znovu vygenerovala data ze softwaru QM 2014, jenž firma Johnson Controls využívá k evidenci reklamací od zákazníka. Pro přehlednější porovnání jsem zvolila stejný počet týdnů, jako na začátku projektu tzn.  $n = 24$ .

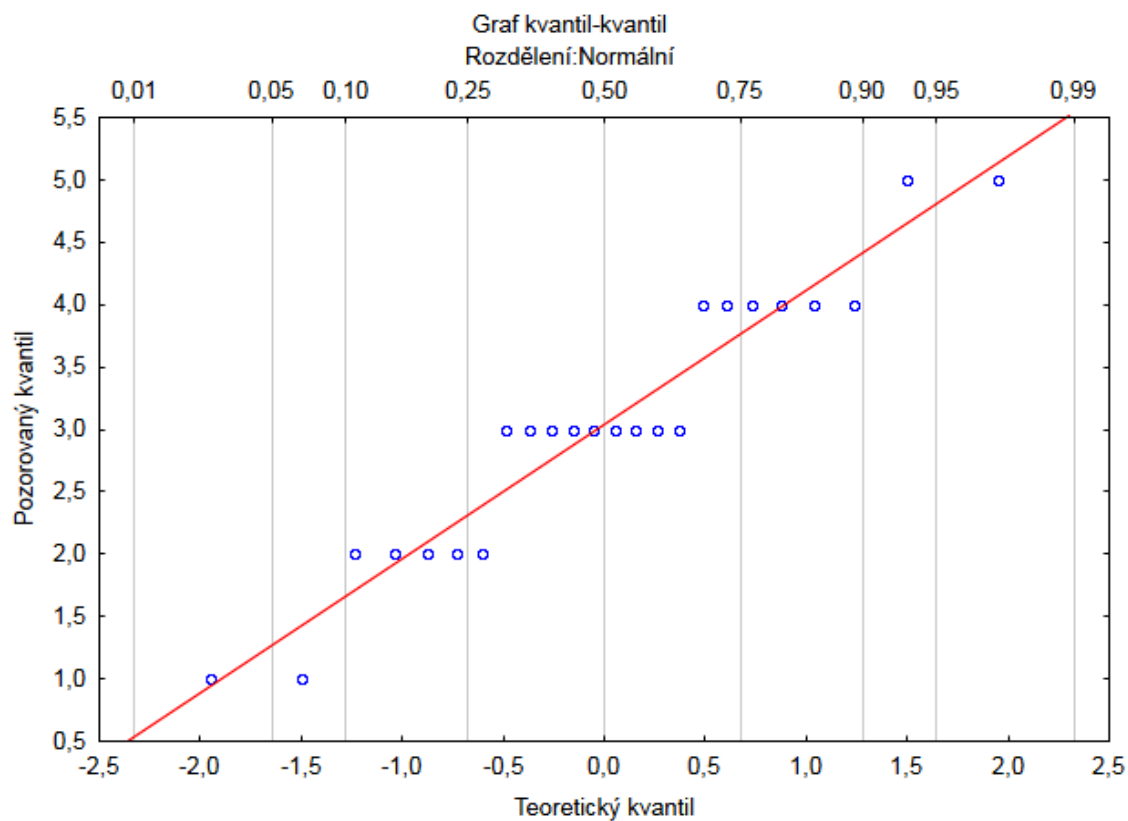
**Tabulka 14: Počty neshod v období 24 týdnů po zavedení nápravných opatření**

Týden (n)	Počty neshod	Týden (n)	Počty neshod
1	3	13	4
2	1	14	3
3	2	15	4
4	3	16	3
5	3	17	3
6	1	18	3
7	4	19	4
8	2	20	3
9	3	21	2
10	5	22	2
11	3	23	5
12	2	24	4
Celkem			72

Celkem je to 72 chyb za 24 týdnů, tj. 12 chyb měsíčně a tj. 3 chyby týdně.

#### ▪ **Ověření normality po zavedení nápravných opatření**

Následující obrázek 37 představuje Q-Q graf s použitím nových dat po zavedení nápravných opatření.

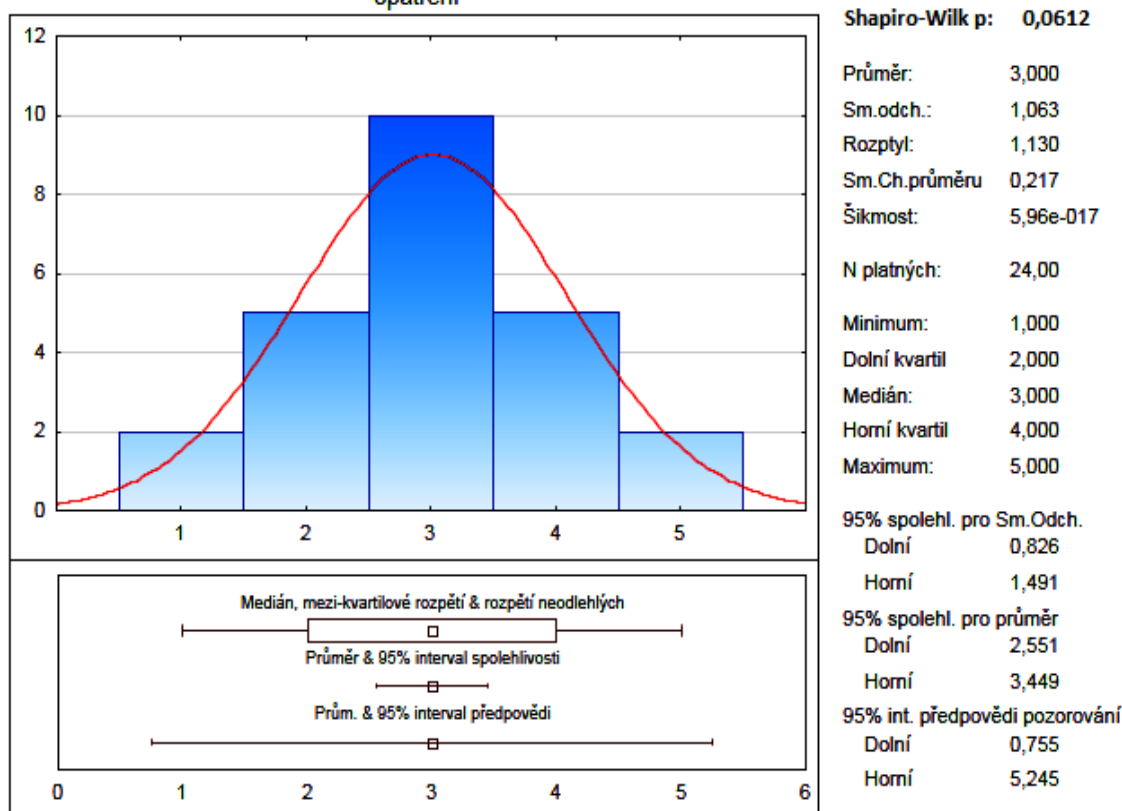


**Obrázek 37: Q-Q test**

Grafem Q-Q jsme ověřili, že data zůstala normální distribuce

Následující souhrnný graf zobrazuje křivku normálního rozdělení a také představuje, jak se po zavedení nápravných opatření změnily charakteristiky dat.

Grafický souhrn počtu neshod v období 24 týdnů po zavedení nápravných opatření



Obrázek 38: Grafický souhrn počtu neshod v období 24 týdnů po zavedení nápravných opatření

Z grafu vyčteme, že průměr se snížil z předchozích 9 na 3 a směrodatná odchylka se snížila z 3,007 na 1,063. Snížení těchto dvou ukazatelů svědčí o zlepšení procesu, tedy snížení počtu neshod. Pomocí Shapiro-Wilkova testu normality jsme opět ověřili hodnotu „p-vale“ po zavedení nápravných opatření a ta je nyní 0,0612 a je tedy větší než 0,05. Toto nám potvrzuje, že data zůstala normální distribuce.

Tabulka 15: Charakteristiky polohy dat po zavedení nápravných opatření

Charakteristiky polohy dat	Průměr	Median
Data	3	3

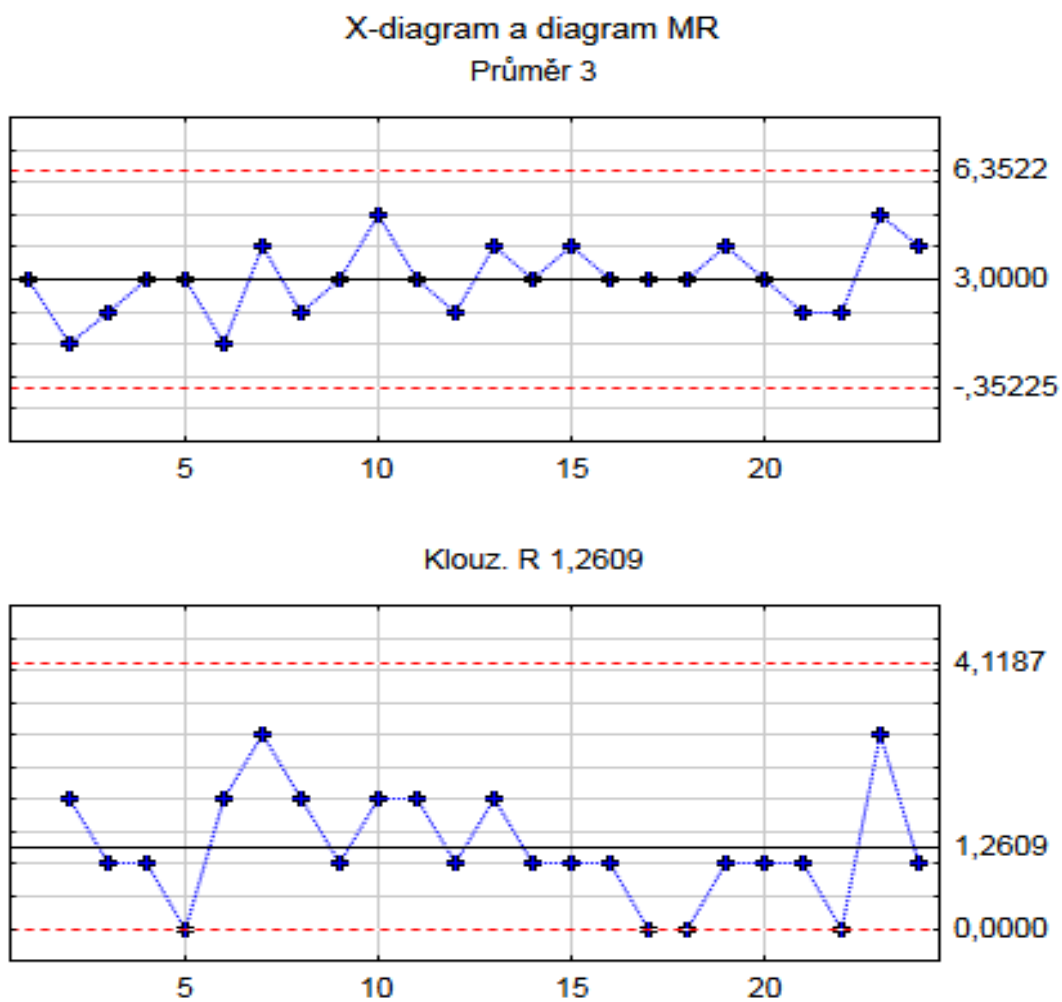
Tabulka 16: Charakteristiky variability dat po zavedení nápravných opatření

Charakteristiky variability dat	Směrodatná odchylka	Rozptyl	Rozpětí
Data	1,063	1,130	4



- **Ověření stability procesu po zavedení nápravných opatření**

Pomocí následujících regulačních diagramů posoudíme statistickou zvládnutelnost procesu po zavedení nápravných opatření.



**Obrázek 39: Regulační diagramy X a MR**

X-diagram výpočet CL, UCL, LCL:

$$CL_{\bar{x}} = 3$$

$$UCL_{\bar{x}} = CL + 3 \cdot R/d_2$$

$$UCL_{\bar{x}} = 3 + 3 \cdot 1,2609/1,128 = 6,3522$$

$$LCL_{\bar{x}} = 3 - 3 \cdot 1,2609/1,128 = -0,35225$$

Diagram MR výpočet CL, UCL, LCL:

$$CL_R = 1,2609$$

$$UCL_R = D4 * R$$

$$UCL_R = 3,269 * 1,2609 = 4,1187$$

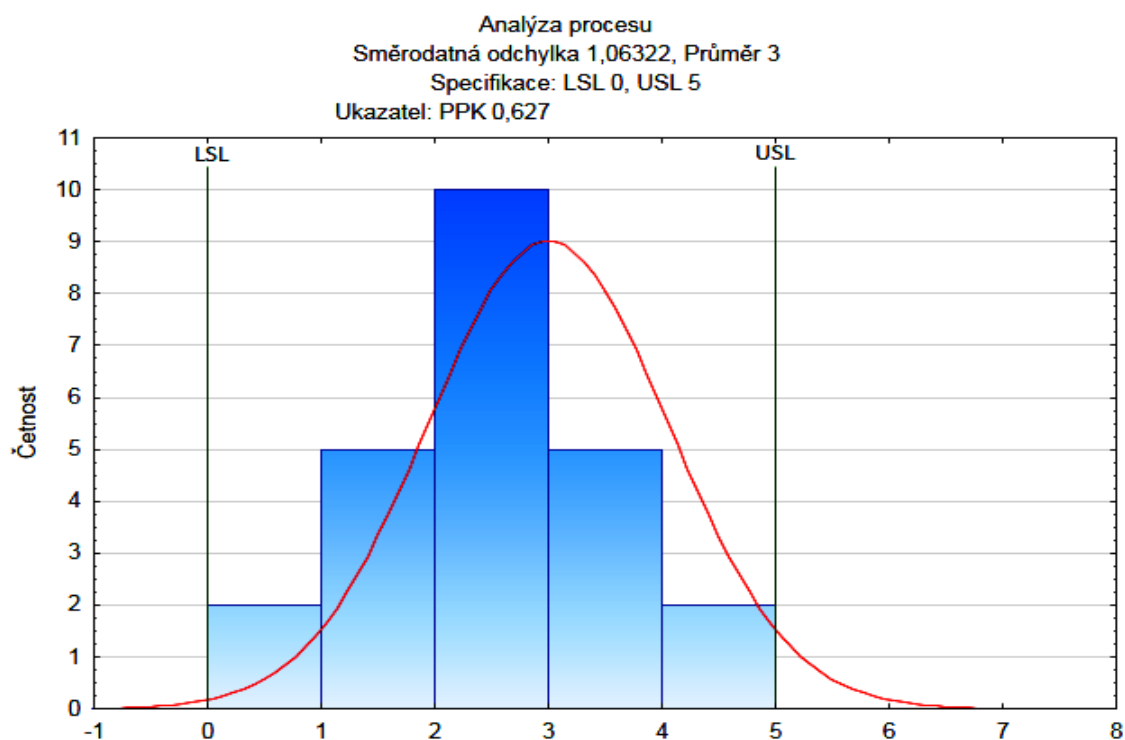
$$LCL_R = D3 * R$$

$$LCL_R = 0 * 1,2609 = 0$$

Regulační diagramy ukazují, že všechny body jsou v kontrolních limitech. Z obrázku vyplývá, že proces je stabilní, tedy statisticky zvládnutelný, protože v žádném bodě jsme se nedostali mimo kontrolní limity.

#### ▪ Analýza způsobilosti procesu po zavedení nápravných opatření

Abychom si ověřili, zda počet neshod opravdu klesl, provedeme analýzu procesu po zavedení nápravných opatření. Meze jsme zvolili opět stejné, tak jak si určil zákazník, tedy LSL 0 a USL 5.



Obrázek 40: Analýza procesu po zavedení nápravných opatření

Z grafu analýzy procesu je jasné zřetelné, že proces nepřesahuje zvolené kontrolní meze. Index způsobilosti Ppk je nyní 0,558, tedy se zvýšil z předchozího -0,405. I když je proces nyní stabilní, zajímá nás ukazatel Ppk, protože jej porovnáváme s ukazatelem Ppk před zavedením nápravných opatření. Jedině takto má vypovídající hodnotu.

### 5.3.6 Řízení

Aby se zabezpečily trvalé změny a požadované výsledky, musí se proces průběžně sledovat a vyhodnocovat výsledky, popřípadě navrhopat další zlepšovací kroky. Proto je počet neshod dále každý měsíc zaznamenáván do tabulek a grafů inženýrem kvality a v případě jakéhokoliv výkyvu se situace ihned řeší na poradách kvality.

#### ▪ Analýza nákladů po zavedení nápravných opatření

Náklady společnosti Johnson Controls Automobilové součástky, k.s. na reklamaci jednoho potahu jsou 317 Kč.

Náklady na reklamaci jednoho vadného kusu Johnson Controls automobilové součástky, k. s. Benátky nad Jizerou jsou 280 Kč.

#### Výpočet je tedy:

$$(3 \cdot 20 \cdot 4,8) \cdot 10\% = 317 + 280 = 597 \text{ Kč}$$

#### Na začátku projektu:

Průměrný počet špatných kusů za měsíc byl na začátku projektu 36 ks.

$$36 \cdot 597 = 21\,492 \cdot 12 = 257\,904 \text{ Kč/rok}$$

#### Požadovaný výsledek:

Průměrný počet špatných kusů za měsíc by dle cíle měl být 20 ks.

$$20 \cdot 597 = 11\,940 \cdot 12 = 143\,280 \text{ Kč/rok}$$

## Po zavedení nápravných opatření:

Průměrný počet špatných kusů za měsíc je nyní po zavedení nápravných opatření 12 ks.

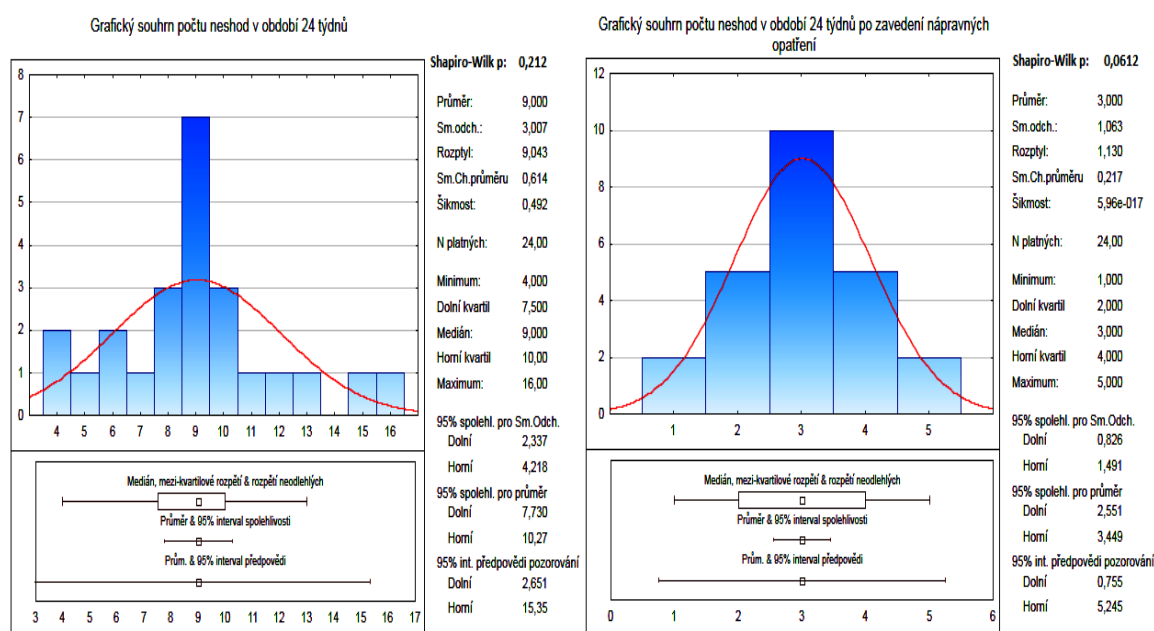
$$12 \cdot 597 = 7\,164 \cdot 12 = 85\,968 \text{ Kč/rok}$$

## Společnost ročně ušetří:

$$257\,904 \text{ Kč} - 85\,968 \text{ Kč} = 171\,936 \text{ Kč/rok}$$

### ▪ Porovnání analýz procesu před a po zavedení nápravných opatření

Následující obrázek 41 a tabulka 17 shrnují a porovnávají analýzu procesu před zavedením nápravných opatření a po zavedení nápravných opatření kde:



**Obrázek 41: Porovnání analýz procesu před a po zavedení nápravných opatření**

**Tabulka 17: Porovnání analýz procesu před a po zavedení nápravných opatření**

<b>Ukazatel</b>	<b>Před</b>	<b>Po</b>
<b>Počet chybných kusů měsíčně</b>	36	12
<b>Směrodatná odchylka</b>	3,007	1,063
<b>Průměr</b>	9	3
<b>Ppk</b>	-0,443	0,627

Na začátku projektu vedení společnosti rozhodlo, že je potřeba na dílně Škoda Octavia A7 snížit počet chybných potahů ze 36 kusů za měsíc, na 20 chybných potahů za měsíc. Po celkové analýze procesu můžeme spolehlivě říci, že po zavedení nápravných opatření počet neshod opravdu klesl a to dokonce na 12 chybných potahů za měsíc. Tím se cíl společnosti splnil.

## 6. Závěr

Společnost Johnson Controls Automobilové součástky, k. s. se potýkala s vysokým počtem neshod na dílně Škoda Octavia. V rámci této práce se podařilo snížit počet neshod z původních 36 za měsíc na 12 za měsíc. Požadavek společnosti, který zněl maximálně 20 chyb měsíčně, byl tedy splněn.

Ke splnění cíle bylo použito modelu DMAIC a nástrojů pro řízení jakosti. Ve fázi definice problému byly stanoveny náklady na reklamaci jednoho kusu, a to 597,- Kč. Při 36 vadných kusech za měsíc činí roční náklad 257 904,- Kč. Tím, že společnost snížila počet neshod ze 36 na 12 kusů za měsíc, ušetřila 171 936,- Kč za rok.

Ve fázi měření jsme použili metodu atributivního Gage R&R, abychom ověřili správnost systému pro určení kvality. Pomocí metody jsme zjistili, že systém pro určení vadného potahu je správný. Znamená to tedy, že švadleny umějí rozlišit špatně ušitý potah (NOK) od dobře ušitého potahu (OK). Tímto jsme ověřili, že kontrolu vyhodnocují správně, ovšem neprovádějí předepsanou samokontrolu, což je jedním z důvodů vysokého počtu neshod.

Dalším krokem ve fázi měření, bylo ověření normality dat. Od společnosti byly k dispozici počty neshod z období 24 po sobě jdoucích týdnů. Ačkoliv pracujeme s daty atributivními, platí, že pokud je splněna podmínka, že průměr z rozsahu výběru  $n$  je větší nebo roven 9, je možné Poissonovo rozdělení aproximovat normálním rozdělením, viz. Tošenovský, Statistické metody pro zlepšování jakosti. V této fázi byl průměrný počet chyb za měsíc 36, průměr z rozsahu 9 a směrodatná odchylka 3,007. Pomocí Q-Q grafu a následně Shapiro-Wilkova testu, bylo ověřeno, že data pocházejí z normálního rozdělení. Následovalo ověření stability procesu pomocí regulačních diagramů. Regulační diagramy ukázaly, že proces stabilní není, protože v jednom bodě jsme se dostali mimo kontrolní limity. Znamená to tedy, že proces má vysoký počet neshod a je opravdu nezbytné je snížit. Dalším krokem fáze měření byla analýza procesu, při které jsme se řídili hodnotou indexu způsobilosti Ppk a regulačními mezemi. Analýzou procesu jsme zjistili, že proces je mimo regulační meze. Indexem způsobilosti Ppk jsme si ověřili, že proces není způsobilý, protože index způsobilosti je velmi nízký -0,4434, a tedy proces produkuje vysoký počet neshod.

Další fází modelu DMAIC je Analýza, jejímž základem bylo identifikovat hlavní příčiny problému, najít prostor pro zlepšení a zabezpečit, aby se problém již neopakoval. Pro sestavení kořenových příčin byl svolán brainstorming, při kterém zaměstnanci vyjádřili své názory, připomínky a nápady. Byly odhaleny dva nejzásadnější problémy. Prvním z nich je „Nedodržování plánu jakosti (PJ), pracovního postupu (ODS), Layoutu“. Díky nástroji 5x proč, jsme se dostali k jádru problému. Švadleny bohužel nemají k dispozici přehledný, pochopitelný postup k dodržování PJ, ODS, Layoutu, a proto zejména nové švadleny (ale i některé stálé) nevědí, jak mají vypadat bezchybné výrobky. Vzniká tak vysoký počet neshod. Řešením toho problému je, že kompetentní osoba musí přepracovat zmíněné postupy tak, aby se pro švadleny staly srozumitelné – tzv. katalogy nápravných opatření.

Druhým nejdůležitějším problémem, který brainstorming odhalil a metoda 5x proč více rozebrala, je „Nedostatek 100% švadlen – vysoký počet neshod u tréninkových švadlen“. Švadleny si bohužel nejsou vědomé důležitosti kvality výrobků na konci jejich tréninku. Bylo potřeba vylepšit závěrečný test při přechodu švadlen z tréninku do výroby, aby si společnost byla jistá, že posílá do výroby opravdu kvalitně proškolené švadleny. Také bylo zapotřebí prodloužit čas tréninku. Švadleny dostávají ohromný přísun informací během relativně krátké doby a nejsou schopny tyto informace řádně vstřebat a posléze s nimi kvalitně pracovat.

Ve fázi zlepšování se na základě analýzy pro každou šicí dílnu vytvořil přehledný srozumitelný katalog pod názvem „Katalog nápravných opatření“ obsahující plán jakosti, pracovní postup, Layout. Katalog jasně definuje veškeré postupy tak, aby byly jasně a zřetelně pochopitelné pro všechny zaměstnance. Katalog se zavedl v celé firmě a je k dispozici u každé buňky. Dalším nápravným opatřením je změna „Závěrečného testu“ při odchodu z tréninku do výroby. Test byl rozšířen o další otázky, aby se do větší hloubky zjistilo, zda švadleny ocházejí na dílnu opravdu adekvátně připraveny.

Po zavedení nápravných opatření jsem dostala k dispozici nová data z období 24 po sobě jdoucích týdnů, kde průměrný počet chyb za měsíc je 12, průměr z rozsahu je 3 a směrodatná odchylka 1,063, takže obojí se snížilo. Znovu jsem ověřila normalitu dat pomocí Q-Q testu a Shapiro-Wilkova testu a vyšlo, že data jsou normální distribuce. Pomocí regulačních diagramů jsme ověřili, že proces je nyní stabilní. Ani v jednom bodě

jsme se nedostali mimo regulační meze. Při analýze procesu nám nyní vyšla hodnota Ppk 0,558 a zároveň je celý proces v kontrolních limitech. Proces je nyní způsobilý.

Poslední fází je fáze řízení, kde musí být zabezpečeny trvalé změny, a proto je proces dále každý měsíc sledován a počty neshod zaznamenávány do tabulek a grafů. V případě jakéhokoli výkyvu se situace ihned řeší na poradách kvality.

Jsem ráda, že kromě možnosti uplatnit své dosavadní vědomosti v praxi, jsem touto diplomovou prací sama mohla přispět ke zlepšení řízení výroby snížením počtu neshod v procesu šití ve společnosti Johnson Controls.





## Seznam použité literatury

- [1] AIAG. *Measurement systems analysis (MSA)*, 4<sup>th</sup> ed., Automotive Industry Action Group, 2010. 231 pgs. ISBN 1605342114
- [2] AUTOR NEUVEDEN. *Measurement systems analysis* [online]. 2013 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: [http://www.pqm.cz/nvcss/met\\_PDF/MSA\\_webcss.pdf](http://www.pqm.cz/nvcss/met_PDF/MSA_webcss.pdf)
- [3] BAJZÍK, V. *Řízení jakosti* [Přednášky]. Liberec: Technická univerzita – Katedra hodnocení textilií, 2012
- [4] HUTYRA, M. A KOL. *Management jakosti: Hodnocení způsobilosti procesů* [online]. 2006 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FMMI/MJ/>
- [5] PALÁN, J. *Systémy řízení jakosti: Analýza systému měření MSA* [online]. 2005 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: [http://gps.fme.vutbr.cz/STAH\\_INFO/2604\\_PALAN\\_1.pdf](http://gps.fme.vutbr.cz/STAH_INFO/2604_PALAN_1.pdf)
- [6] AUTOR NEUVEDEN. *Chyby měření: základní pojmy*. České vysoké učení technické v Praze [online]. Praha, 2010 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: [http://www.fjfi.cvut.cz/files/k402/pers\\_hpgs/skoda/prime\\_mereni1.pdf](http://www.fjfi.cvut.cz/files/k402/pers_hpgs/skoda/prime_mereni1.pdf)
- [7] MILDORF, L. *Poka Yoke: Zabránění vzniku neshod ve výrobním procesu* [online]. 2008 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://katedry.fmmi.vsb.cz/639/qmag/mj41-cz.pdf>
- [8] HAVLOVÁ, M. *Systémy zabezpečování jakosti* [Přednášky]. Liberec: Technická univerzita – Katedra hodnocení textilií, 2012
- [9] PANDE, P. S., CAVANAGH, R. R., NEUMAN, R. P. *Zavádíme metodu Six Sigma: aneb jakým způsobem dosahují renomované světové společnosti špičkové výkonnosti*. 1. vyd. Brno: TwinsCom, 2002. 416 s. ISBN: 80-238-9289-4.

- [10] KOŠÍKOVÁ, J., *Základní myšlenky metody Six Sigma*. [Diplomová práce]. Brno: Vysoké učení technické v Brně – Fakulta strojního inženýrství ústav matematiky, 2008
- [11] NENADÁL, J. *Moderní management jakosti, principy, postupy, metody*. 1. Vyd. Praha: Management Press, 2011. 377 s. ISBN: 978-80-7261-186-7
- [12] AUTOR NEUVEDEN. *Příklady a aplikace sedmi základních nástrojů managementu* [online]. 1997-2014 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://www.qmprofi.cz/>
- [13] AUTOR NEUVEDEN. *Johnson Controls* [online]. 2014 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://www.johnsoncontrols.cz/content/cz/cs.html>
- [14] TOŠENOVSKÝ, J. *Statistické metody pro zlepšování jakosti*. 1. vyd. Ostrava: Montanex, 2000. 362 s. ISBN: 80-7225-040-X.
- [15] AUTOR NEUVEDEN. *Školicí příručka Six Sigma – Johnson Controls* [Školicí příručka]. Česká Lípa: Johnson Controls Automobilové součástky k.s., 2013

## **Seznam příloh**

Příloha A: Ukázka části katalogu nápravných opatření .....	100
--	-----

	Manuál pro kontrolu potahů A7 látka FB	
---	--	---

## Katalog trvalých nápravných opatření

### 1. Rozsah použití

Tento manuál slouží ke kontrole potahů pomocí trvalých nápravných opatření.

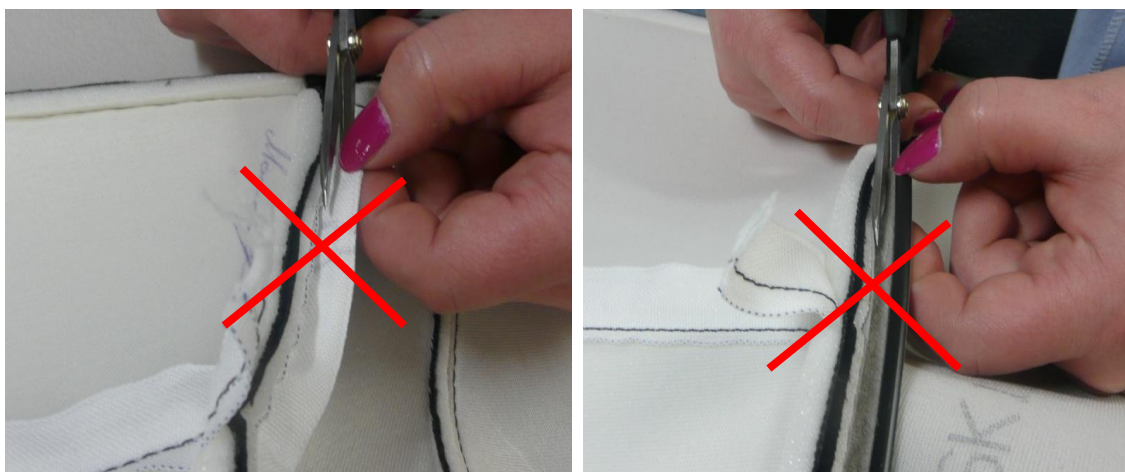
**Standardně zůstává 100% samokontrola po odšití na každé operaci.**



## Správná oprava DUTINY a PWP

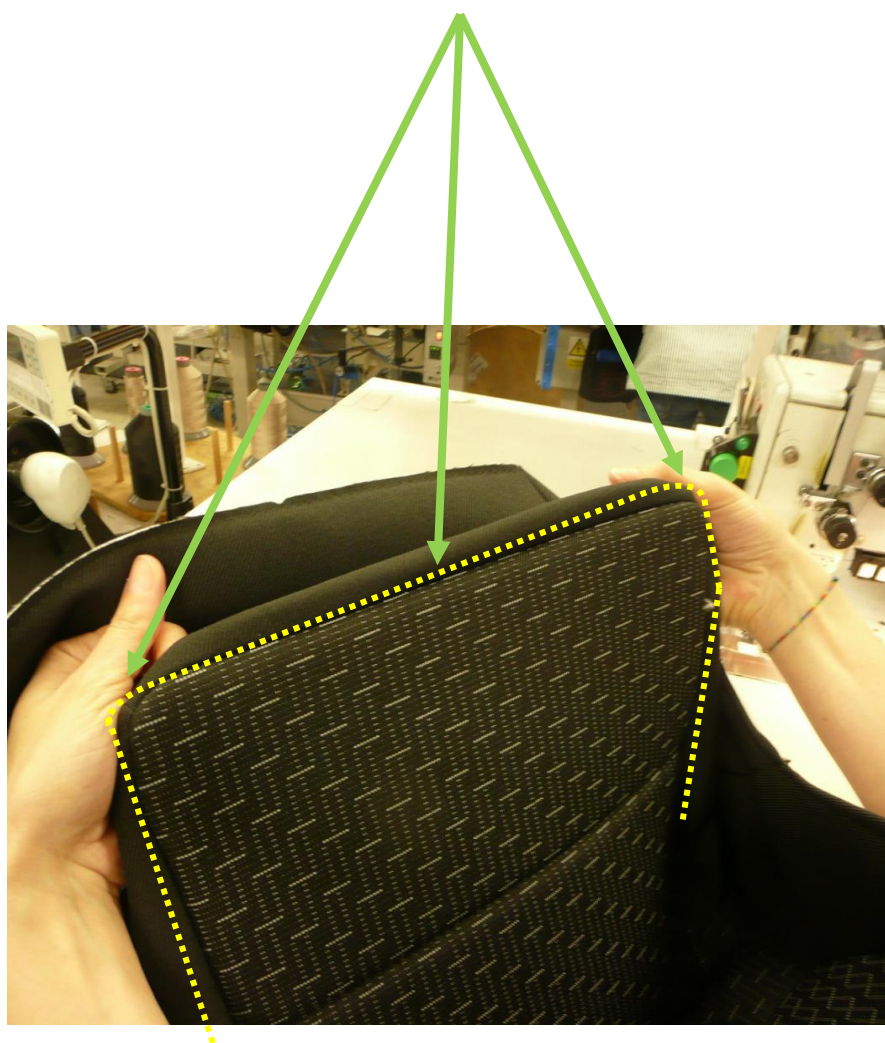
- Oprava se provádí vypáráním PWP a DUTINY po celém obvodu šicí linie.

**STŘÍHÁNÍ ZAKÁZÁNO**



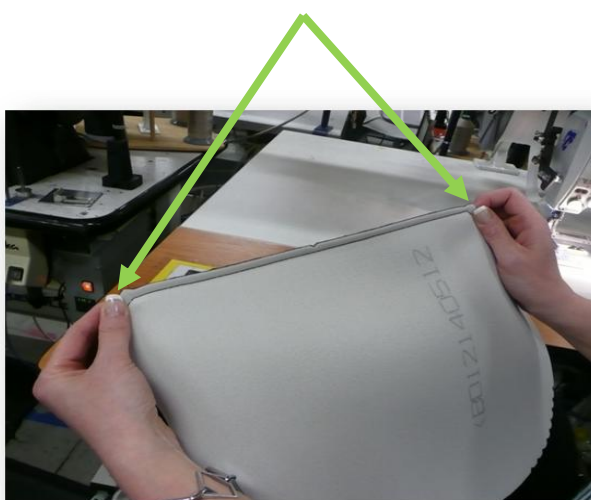
## Kontrola faldů ve vajíčku

- Operátor po našíť dutiny na panel (vajíčko) otočí potah do líce a vypnutím vizuálně překontroluje, zda nejsou v obloučkách a po celém obvodu faldy.



## Kontrola rožků na klobouku

- Operátor po ušití klobouku překontroluje správnost odšití z rubové strany.



- Po kontrole z rubu proběhne kontrola z líce – vypnutím rožků





## KONTROLA POZICE KŘIDÉLEK NA KAPSE

- Operátor po odšití operace vizuálně zkontroluje pozici křidélek, kterou určují negativní cviky na materiálu a vystřižená okénka na křidélkách

